

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 230 354 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.01.2004 Patentblatt 2004/02

(21) Anmeldenummer: **00979539.4**

(22) Anmeldetag: **07.11.2000**

(51) Int Cl.⁷: **C12N 15/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2000/010992

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/036615 (25.05.2001 Gazette 2001/21)

(54) **PERMANENTE AMNIOZYTEN-ZELLINIE, IHRE HERSTELLUNG UND VERWENDUNG ZUR HERSTELLUNG VON GENTRANSFERVEKTOREN**

PERMANENT AMNIOCYTE CELL LINE, THE PRODUCTION THEREOF AND ITS USE FOR PRODUCING GENE TRANSFER VECTORS

LIGNEE CELLULAIRE PERMANENTE D'AMNIOCYTES, SA PRODUCTION ET SON UTILISATION POUR LA PRODUCTION DE VECTEURS DE TRANSFERT DE GENES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **18.11.1999 DE 19955558**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.08.2002 Patentblatt 2002/33

(73) Patentinhaber: **CEVEC Pharmaceuticals GmbH
50931 Köln (DE)**

(72) Erfinder:
• **KOCHANЕК, Stefan
50935 Köln (DE)**
• **SCHIEDNER, Gudrun
50733 Köln (DE)**

(74) Vertreter: **Dehmel, Albrecht, Dr.
Dehmel & Bettenhausen
Patentanwälte,
Müllerstrasse 1
80469 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-97/00326

- **SCHIEDNER GUDRUN ET AL: "Efficient transformation of primary human amniocytes by E1 functions of Ad5: Generation of new cell lines for adenoviral vector production." HUMAN GENE THERAPY, Bd. 11, Nr. 15, 10. Oktober 2000 (2000-10-10), Seiten 2105-2116, XP000974022 ISSN: 1043-0342**
- **PLOUZEK C A ET AL: "ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF A HUMAN AMNION EPITHELIAL CELL LINE THAT EXPRESSES THE PREGNANCY-SPECIFIC BETA-1 GLYCOPROTEINGENE" ENDOCRINOLOGY, Bd. 129, Nr. 2, 1991, Seiten 950-958, XP000974066 ISSN: 0013-7227**

EP 1 230 354 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine permanente Amniozyten-Zelllinie, enthaltend mindestens eine Nukleinsäure, die die Expression der Genprodukte der E1A- und E1B-Region von Adenovirus bewirkt. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung die Herstellung einer permanenten Amniozyten-Zelllinie und ihre Verwendung zur Herstellung von Gentransfervektoren. Weitere Aspekte sind die Verwendung von Amniozyten bzw. der adenoviralen Genprodukte der E1A- und E1B-Region zur Herstellung von permanenten Amniozyten-Zelllinien.

Adenoviren

[0002] Adenoviren sind eine relativ homogene Gruppe von Viren, die durch ein ikosaedrisches Kapsid charakterisiert sind, das hauptsächlich aus den viral-kodierten Hexon-, Penton- und Fiber-Proteinen, sowie einem linearen, doppelsträngigen DNA-Genom mit einer Größe von etwa 36 Kilobasen (kb) besteht. Das virale Genom enthält an den Enden die invertierten Terminalen Wiederholungssequenzen (ITRs), bei denen es sich um den viralen Replikationsursprung handelt. Ferner befindet sich am linken Ende des Genoms das Verpackungssignal, das für die Verpackung des viralen Genoms in die Viruskapside im Verlauf eines Infektionszyklus erforderlich ist. Adenoviren sind von vielen Spezies isoliert worden. Es gibt mehr als 40 verschiedene menschliche Serotypen, basierend auf zwischen den verschiedenen Serotypen diskriminierenden Parametern wie Hämagglutination, Tumorigenität und DNA-Sequenzhomologie (Wigand et al., in: Adenovirus DNA, Doerfler Hrsg., Martinus Nijhoff Publishing, Boston, S. 408-441, 1986). Adenovirale Vektoren sind bisher meist von den Serotypen 2 (Ad2) und 5 (Ad5) abgeleitet. Infektionen durch Ad2 und Ad5 sind endemisch beim Menschen. Ad2 und Ad5 sind im Menschen nicht onkogen und haben eine gute Sicherheitsdokumentation, da in den USA erfolgreich und komplikationslos Vakzinierungen an militärischem Personal durchgeführt wurden (Pierce et al., Am. J. Epidemiol. 87, 237-246, 1968). Die Biologie von Adenoviren ist relativ gut verstanden, da Adenoviren in der Molekularbiologie als experimentelles Werkzeug für die Aufklärung verschiedener fundamentaler biologischer Prinzipien wie DNA-Replikation, Transkription, RNA-Spleißen und zellulärer Transformation eine wesentliche Rolle gespielt haben. Der Eintritt der adenoviralen Partikel in die Zelle im Rahmen einer Infektion erfolgt durch Rezeptor-vermittelte Endozytose, bei der nach heutiger Ansicht die Interaktion der Knob-Domäne des Fiberproteins mit dem Coxsackie-Adenovirus-Rezeptor (CAR) die Adhäsion des Viruspartikels an die Zelloberfläche vermittelt (Bergelson et al., Science 275, 1320-1323, 1997). In einem zweiten Schritt kommt es zur Internalisierung des Viruspartikels, für die die Interaktion der Pentonbasis mit Integrinen eine wesentliche Rolle spielt (Wickham et al., Cell 73, 309-319, 1993). Nach dem Eintritt des Partikels in die Zelle gelangt das virale Genom als DNA-Proteinkomplex in den Zellkern. Der adenovirale Infektionszyklus wird in eine frühe und eine späte Phase eingeteilt, die durch den Beginn der adenoviralen Replikation getrennt werden (Shenk, in: Virology, Fields Hrsg., Lippincott-Raven Publishing, Philadelphia, S. 2111-2148, 1996). In der frühen Phase kommt es zur Expression der frühen viralen Funktionen E1, E2, E3 und E4. Die späte Phase ist charakterisiert durch die Transkription späterer Gene, die für die Expression viraler Strukturproteine und zur Herstellung von neuen viralen Partikeln verantwortlich sind.

[0003] E1A ist das erste virale Gen, das nach Erreichen des Zellkern durch das virale Chromosom exprimiert wird. Das E1A-Gen kodiert für die 12S- und 13S-Proteine, die durch alternatives Spleißen der E1A-RNA gebildet werden. Die E1A-Proteine aktivieren die Transkription einer Reihe von zellulären und viralen Genen durch Interaktion mit Transkriptionsfaktoren. Die Hauptfunktionen von E1A sind a) die Aktivierung der anderen frühen viralen Funktionen E1B, E2, E3 und E4 und b) die Induktion ruhender Zellen, in die S-Phase des Zellzyklus einzutreten. Die alleinige Expression von E1A führt zum programmierten Zelltod von Zellen (Apoptose).

[0004] E1B ist eines der frühen viralen Gene, die durch E1A aktiviert werden. Das E1B-Gen kodiert für das E1B-55-kD-Protein und das E1B-19-kD-Protein, die durch alternatives Spleißen der E1B-RNA entstehen. Das 55-kD-Protein moduliert die Progression des Zellzyklus durch Interaktion mit dem p53-Tumorsuppressorgen, ist involviert in die Verhinderung des Transports zellulärer mRNA spät während der Infektion, und verhindert die E1A-induzierte Apoptose von Zellen. Das E1B-19-kD-Protein ist ebenfalls für die Verhinderung der E1A-induzierten Apoptose von Zellen wichtig.

[0005] Alle humanen Adenoviren sind in der Lage, Zellen von Nagern in der Zellkultur zu transformieren. Für die onkogene Transformation ist in der Regel die Koexpression von E1A und E1B erforderlich.

[0006] Eingebettet in die E1B-Transkriptionseinheit ist das Protein IX-Gen, das für eine Strukturkomponente des viralen Kapsids kodiert.

[0007] Die E2A- und E2B-Gene kodieren für verschiedene Proteine, die für die Replikation des viralen Genoms essentiell sind. Hierbei handelt es sich um das Vorläuferprotein des terminalen Proteins (pTP), die DNA-Polymerase (Pol) und das einzelstrangbindende Protein (SSBP). Bei der Replikation bindet pTP an die ITRs des viralen Genoms. Hier dient es als Proteinprimer für die DNA-Replikation, die durch Pol zusammen mit zellulären Faktoren initiiert wird. Für die DNA-Kettenverlängerung sind Pol, SSBP und der zelluläre Faktor NFII und vermutlich weitere Faktoren erforderlich.

[0008] E4 kodiert für verschiedene Proteine. Unter anderem blockiert das E4-34-kD-Protein, zusammen mit dem

E1B-55-kD-Protein die Akkumulation von zellulären mRNAs im Zytoplasma, und gleichzeitig erleichtert es den Transport viraler RNAs vom Zellkern in das Zytoplasma.

[0009] Nach Beginn der Replikation des viralen Genoms kommt es zur Expression der viralen Strukturproteine, die für die Etablierung des viralen Kapsids und für die Komplexierung der viralen DNA mit viral-kodierten DNA-bindenden Proteinen erforderlich sind. Zunächst wird offenbar ein leeres Kapsid gebildet, in das das virale Genom im Verlauf eintritt. Für diesen Prozeß ist ein *cis*-Element auf dem viralen Genom erforderlich, das sogenannte Verpackungssignal, das am linken Ende des viralen Genoms lokalisiert ist und sich bei Ad5 über einen Bereich von Basenpaar 260 bis Basenpaar 460 erstreckt (Hearing et al., J. Virol. 61, 2555-2558, 1987; Graeble und Hearing, J. Virol. 64, 2047-2056, 1990). Das Verpackungssignal überlappt mit dem E1A-Enhancer, der für die Aktivität des E1A-Promoters essentiell ist. Der genaue Mechanismus der Verpackung des viralen Genoms in die Viruskapside ist nicht geklärt, jedoch ist es wahrscheinlich, dass hierfür die Interaktion von zellulären und/oder viralen Proteinen mit dem Verpackungssignal erforderlich ist.

Adenovirus-Vektoren

[0010] Adenovirale Vektoren sind als Expressionsvektoren, insbesondere im Rahmen der Gentherapie, von besonderer Bedeutung. Hierfür gibt es mehrere Gründe: Die Biologie von Adenoviren ist gut untersucht. Die Viruspartikel sind stabil und können relativ einfach und mit hohen Titern produziert werden. Das adenovirale Genom ist genetisch leicht manipulierbar. Adenovirus-Vektoren können replizierende und nicht-replizierende Zellen in vitro und in vivo effizient transduzieren.

a) Adenovirale Vektoren der ersten Generation

[0011] Adenovirale Vektoren der ersten Generation (Gilardi et al., FEBS Letters 267, 60-62, 1990; Stratford-Perri-caudet et al., Hum. Gene Ther. 1, 241-256, 1990) sind durch Deletionen der E1A- und E1B-Gene charakterisiert. E1A und E1B haben transformierende und transaktivierende Eigenschaften. Ferner ist E1A für die Aktivierung viraler Gene und E1B für die Akkumulation viraler Transkripte erforderlich. In einigen Vektoren ist außerdem E3 deletiert, um die Kapazität für die Aufnahme fremder DNA zu erhöhen. E3 ist für die Herstellung von Adenoviren in der Zellkultur ent-behrlich. Die Kapazität für die Aufnahme fremder DNA beträgt etwa 8 kb. Adenovirus-Vektoren der ersten Generation sind bisher überwiegend in 293-Zellen produziert worden (siehe unten), die den E1A- und E1B-Defekt der Vektoren komplementieren.

b) Adenovirale Vektoren der zweiten Generation

[0012] Adenovirale Vektoren der zweiten Generation sind durch Deletionen von E2 und/oder E4 zusätzlich zu Deletionen von E1A und E1B charakterisiert (Engelhardt et al., Proc. Natl. Acad. Sci., USA 91, 6196-6200, 1994; Yang et al., Nature Genet., 7, 362-367, 1994; Gorziglia et al., J. Virol. 70, 4173-4178, 1996; Krougliak und Graham, Hum. Gene Ther. 6, 1575-1586, 1995; Zhou et al., J. Virol. 70, 7030-7038, 1996). In einigen Vektoren ist außerdem E3 deletiert, um die Kapazität für die Aufnahme fremder DNA zu erhöhen. Adenovirale Vektoren der zweiten Generation wurden entwickelt, um die Transkription von viralen Genen und die Expression viraler Proteine weiter zu reduzieren und um somit die antivirale Immunantwort weiter zu verringern. Die Kapazität für die Aufnahme fremder DNA ist gegenüber adenoviralen Vektoren der ersten Generation nicht wesentlich erhöht. Adenovirus-Vektoren der zweiten Generation werden in Zelllinien produziert, die zusätzlich zu E1A und E1B den jeweiligen Defekt (E2 und/oder E4) komplementieren.

c) Adenovirale Vektoren großer DNA-Kapazität

[0013] Adenovirale Vektoren großer DNA-Kapazität sind dadurch charakterisiert, dass sie keine viralen kodierenden DNA-Sequenzen enthalten (Kochanek et al., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 93, 5731-5736, 1996; Fisher et al., Virology 217, 11-22, 1996; Kumar-Singh und Chamberlain, Hum. Mol. Genet. 5, 913-921, 1996).

[0014] Diese Vektoren enthalten lediglich die viralen Enden unter Einschluß der ITRs und des Verpackungssignals. Die Kapazität für die Aufnahme fremder DNA beträgt etwa 37 kb, da der weit überwiegende Teil des adenoviralen Genoms entfernt ist. Es sind verschiedene Systeme zur Herstellung adenoviraler Vektoren großer DNA-Kapazität beschrieben worden (Kochanek et al., *supra*; Parks et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA 93, 13565-13570, 1996; Hardy et al., J. Virol. 71, 1842-1849, 1997). Der Vorteil dieser adenoviralen Vektoren mit großer DNA-Kapazität im Vergleich zu adenoviralen Vektoren der ersten und zweiten Generation liegt in der größeren Kapazität für die Aufnahme fremder DNA und in einer geringeren Toxizität und Immunogenität (Schiedner et al., Nature Genet. 18, 180-183, 1998; Morral et al., Hum. Gene Ther. 9, 2709-2716, 1998). Derzeit werden adenovirale Vektoren großer Kapazität mit Hilfe eines

E1A- und E1B-deletierten Helfervirus produziert, das die viralen Funktionen, die für einen produktiven Infektionszyklus erforderlich sind, in trans zur Verfügung stellt. Bisher sind adenovirale Vektoren großer DNA-Kapazität in 293-Zellen oder in von 293-Zellen abgeleiteten Zelllinien hergestellt worden. In einer der Herstellungsweisen (Parks et al., *supra*; Hardy et al., *supra*) werden adenovirale Vektoren in modifizierten 293-Zellen produziert, die zusätzlich zu E1A und E1B die Rekombinase Cre des Bakteriophagen P1 exprimieren. In diesem System wird das Verpackungssignal des Helfervirus von loxP-Erkennungssequenzen des Bakteriophagen P1 flankiert. Bei Infektion von Cre-exprimierenden 293-Zellen mit Helfervirus und dem adenoviralen Vektor großer DNA-Kapazität wird das Verpackungssignal des Helfervirus exzidiert. Aus diesem Grund wird überwiegend der ein normales Verpackungssignal enthaltende Vektor, nicht jedoch das Helfervirus verpackt.

d) Deletierte adenovirale Vektoren

[0015] Diese Vektoren wurden als Vektoren der ersten Generation beschrieben, die loxP-Erkennungssequenzen des Bakteriophagen P1 derart im viralen Genom positioniert haben, dass bei Infektion von Cre-exprimierenden 293-Zellen durch Rekombination zwischen den loxP-Erkennungssequenzen der größte Teil der viralen kodierenden Sequenzen oder die viralen kodierenden Sequenzen insgesamt entfernt werden. Die Genomgröße dieser Vektoren beträgt etwa 9 kb. Die Kapazität für die Aufnahme fremder DNA liegt ebenfalls bei etwa 9 kb (Lieber et al., J. Virol. 70, 8944-8960, 1996).

Adeno-Assoziiertes Virus (AAV)

[0016] AAV gehört zur Familie der Parvoviren, Genus Dependoviren, und hat zwei verschiedene Lebensformen, entweder es tritt als lytisches Virus oder als Provirus auf. Für einen lytischen Infektionsablauf erfordert das Virus eine Koinfektion mit einem Helfervirus (Adenovirus, Vacciniavirus, Herpes simplex-Virus). Bei Abwesenheit eines Helfervirus kann AAV nicht replizieren, integriert in das Genom und existiert dort als inaktives Provirus. Bei Infektion von Zellen, die AAV als integriertes Provirus tragen, z.B. mit Adenovirus, kann das Provirus wieder in einen lytischen Infektionszyklus eintreten (Samulski, Curr. Opin. Genet. Dev. 3, 74-80, 1993).

[0017] AAV-Kapside enthalten ein einzelsträngiges, lineares DNA-Genom mit entweder positiver oder negativer Polarität. Es existieren mehrere AAV-Serotypen. Der am besten untersuchte Serotyp ist AAV-2. Das Genom von AAV-2 besteht aus 4680 Nukleotiden. An den Enden enthält das Genom invertierte terminale Wiederholungssequenzen (ITRs), die eine Länge von 145 Basenpaaren haben. Die ersten 125 Basenpaare bilden eine T-förmige Haarnadelstruktur, die aus zwei internen Palindromen besteht.

[0018] Das AAV-Genom kodiert für nicht-strukturelle Replikations (Rep)-Proteine und für strukturelle Kapsid (Cap)-Proteine. Die verschiedenen Replikationsproteine (Rep78, Rep68, Rep52, Rep40) werden durch Verwendung verschiedener Promotoren (p5 und p19) sowie durch alternatives Spleißen erzeugt. Die verschiedenen Kapsidproteine (VP1, VP2, VP3) werden durch alternatives Spleißen unter Verwendung des p40 Promotors erzeugt.

AAV-Vektoren

[0019] AAV-Vektoren enthalten lediglich die ITRs von AAV und einige benachbarte, nichtkodierende AAV-Sequenzen. Aus diesem Grund beträgt die Kapazität für die Aufnahme fremder DNA etwa 4,5 kb. Es sind verschiedene Systeme zur Herstellung der rekombinanten AAV-Vektoren beschrieben worden (Skulimowski und Samulski, in: Methods in Molecular Genetics, Bd. 7, Adolph Hrsg., Academic Press, S. 3-12). In diesen Systemen werden diejenigen Komponenten zur Verfügung gestellt, die für Replikation, Expression und Verpackung des rekombinanten Vektors erforderlich sind. Im Einzelnen handelt es sich um Expressionskassetten, die für die Rep- und Cap-Proteine von AAV kodieren sowie die adenoviralen Helferfunktionen. Bei den für die AAV-Herstellung erforderlichen adenoviralen Helferfunktionen handelt es sich im Einzelnen um E1A, E1B, E2, E4 und VA. Die E1A- und E1B-Funktionen werden in den 293-Zellen, die bisher für die Herstellung verwendet werden, zur Verfügung gestellt. In den bisher beschriebenen Herstellungsverfahren werden die E2-, E4- und VA-Funktionen derzeit meist entweder durch Koinfektion mit Adenovirus oder durch Kointransfektion mit E2-, E4- und VA-exprimierenden Plasmiden zur Verfügung gestellt (Samulski et al., J. Virol. 63, 3822-3828, 1989; Allen et al., J. Virol. 71, 6816-6822, 1997; Tamayose et al., Hum. Gene Ther. 7, 507-513, 1996; Flotte et al., Gene Ther. 2, 29-37, 1995; Conway et al., J. Virol. 71, 8780-8789, 1997; Chiorini et al., Hum. Gene Ther. 6, 1531-1541, 1995; Ferrari et al., J. Virol. 70, 3227-3234, 1996; Salvetti et al., Hum. Gene Ther. 9, 695-706, 1998; Xiao et al., J. Virol. 72, 2224-2232, 1998; Grimm et al., Hum. Gene Ther. 9, 2745-2760, 1998; Zhang et al., Hum. Gene Ther. 10, 2527-2537, 1999). Alternativ wurden Strategien entwickelt, in denen für die Herstellung von AAV-Vektoren Adenovirus/AAV- oder Herpes simplex-Virus/AAV-Hybridvektoren verwendet wurden (Conway et al., *supra*; Johnston et al., Hum. Gene Ther. 8, 359-370, 1997; Thrasher et al., Gene Ther. 2, 481-485, 1995; Fisher et al., Hum. Gene Ther. 7, 2079-2087, 1996; Johnston et al., Hum. Gene Ther. 8, 359-370, 1997). Allen diesen Verfahren

ist gemeinsam, dass derzeit E1A- und E1B-exprimierende 293-Zellen zur Herstellung verwendet werden.

Herstellungs-Zelllinien

5 [0020] Aus Sicherheitsgründen haben in der Regel adenovirale Vektoren, die für den Einsatz beim Menschen gedacht sind, Deletionen der E1A- und E1B-Gene. Die Herstellung erfolgt in komplementierenden Zelllinien, die die E1-Funktionen in *trans* zur Verfügung stellen. Die meisten adenoviralen Vektoren sind bisher in der 293-Zelllinie produziert worden. In den letzten Jahren sind weitere Zelllinien hergestellt worden, die für die Herstellung von E1-de-

10

a) HEK-293-Zellen

[0021] HEK-293-Zellen waren lange Zeit die einzigen Zellen, die für die Herstellung von E1-deletierten adenoviralen Vektoren verwendet werden konnten. HEK-293-Zellen wurden 1977 durch Transfektion von gescherter adenoviraler DNA in menschliche embryonale Nierenzellen (HEK-Zellen) hergestellt. Bei insgesamt acht Transfektionsexperimenten mit durchschnittlich jeweils 20 HEK-Kulturen konnte lediglich ein einzelner immortalisierter Zellklon gewonnen werden (Graham et al., J. Gen. Virol. 36, 59-74, 1977). Die aus diesem Zellklon etablierte Zelllinie (HEK-293-Zellen) enthalten die vollständigen linken 11% des adenoviralen Genoms (Basenpaar 1 bis 4344 des Ad5-Genoms) einschließlich der E1A- und E1B-Gene sowie des linken ITRs und des adenoviralen Verpackungssignals (Louis et al., Virology 233, 423-429, 1997). Ein wesentliches Problem für die Herstellung adenoviraler Vektoren ist die Sequenzhomologie zwischen E1-deletierten adenoviralen Vektoren und dem in 293-Zellen integrierten Anteil adenoviraler DNA. Homologe Rekombination zwischen dem Vektorgenom und der in 293-Zellen integrierten adenoviralen DNA ist für die Entstehung von replikationskompetenten Adenoviren (RCA) verantwortlich (Lochmüller et al., Hum. Gene Ther. 5, 1485-1491, 1994; Hehir et al., J. Virol. 70, 8459-8467, 1996). HEK-293-Zellen sind aus diesem Grund für die Herstellung adenoviraler Vektoren in pharmazeutischer Qualität nicht geeignet, da Herstellungseinheiten häufig mit unakzeptablen Mengen an RCA kontaminiert sind. RCA ist in für klinische Anwendung hergestellten Produkten nicht akzeptabel, da replikationskompetente Adenoviren eine deutlich höhere Toxizität als replikationsdefiziente Adenoviren haben, unkontrolliert in menschlichen Geweben replizieren können und ferner replikationsdefekte Adenoviren komplementieren können (Lochmüller et al., *supra*; Imler et al., Hum. Gene Ther. 6, 711-721, 1995; Hehir et al., *supra*)

30

b) Humane Embryonale Retinazellen (HER-Zellen) und etablierte Zelllinien

[0022] Obwohl Zellen von Nagern leicht mit adenoviralen E1-Funktionen transformiert werden können, haben sich primäre menschliche Zellen als relativ refraktär für eine Transformation mit E1A und E1B erwiesen. Wie oben erwähnt, konnte Graham und Mitarbeiter lediglich einen einzelnen Zellklon aus HEK-Zellen isolieren, die mit gescherter Ad5-DNA transfiziert worden waren. Gallimore und Mitarbeiter versuchten über lange Zeit erfolglos, primäre HEK-Zellen mit E1-Funktionen von Ad12 zu transformieren (Gallimore et al., Anticancer Res., 6, 499-508, 1986). Diese Experimente wurden erfolglos über einen Zeitraum von drei Jahren mit mehr als 1 mg des EcoRI-C DNA-Fragmentes von Ad12 durchgeführt, das die E1A- und E1B-Gene enthielt. Nach vielen Versuchen konnten trotz einer großen Zahl an durchgeführten Experimenten lediglich vier Ad12-E1-HEK-Zelllinien isoliert werden (Whittaker et al., Mol. Cell. Biol., 4, 110-116, 1984). Ebenso versuchten Gallimore und Mitarbeiter erfolglos, andere primäre menschliche Zellen mit E1-Funktionen zu transformieren, einschließlich Keratinozyten, Hautfibroblasten, Hepatozyten und Urothelzellen (Gallimore et al., Anticancer Res., 6, 499-508, 1986). Bei dem einzigen menschlichen Zelltyp, der bisher reproduzierbar mit adenoviralen E1-Funktionen transformiert werden konnte, handelt es sich um menschliche embryonale Retinazellen (HER-Zellen). HER-Zellen sind eine Mischung von Zellen, die aus der weißen neuralen Retina stammen. Zur Gewinnung dieser Zellen muß ein Auge eines menschlichen Fetus, üblicherweise zwischen der 16. und 20. Schwangerschaftswoche, aus der Augenhöhle entfernt werden. Das Auge wird mit einem horizontalen Schnitt eröffnet und die weiße neurale Retina kann mit einer Pinzette entfernt und in Zellkultur genommen werden.

40

45

[0023] Basierend auf früheren Beobachtungen, dass a) Ad12-induzierte Tumoren in erster Linie von primitivem neuralen Epithel abstammen (Mukai et al., Prog. Neuropathol. 3, 89-128, 1976), und dass b) Ad12 nach intraokularer Inokulation retinale Tumoren in Ratten und Pavianen induziert (Mukai et al., *supra*; Mukai et al., Science 210, 1023-1025, 1980), fanden Byrd und Mitarbeiter, dass menschliche embryonale Retinoblasten (HER-Zellen) mit den E1-Genen von Ad12 transformiert werden können (Byrd et al., Nature 298, 69-71, 1982). Obwohl die Effizienz der Transformation von HER-Zellen geringer als die von primären Rattenzellen waren, war die Effizienz der Transformation mehr als 100-fach höher als die von HEK-Zellen. Diese Untersuchungen wurden initiiert, um komplementierende Zell-

55

[0024] In weiteren Untersuchungen dieser Arbeitsgruppe (Gallimore et al., Cancer Cells 4, 339-348, 1986) konnte gezeigt werden, dass HER-Zellen mit Plasmid-DNA, die die E1A- und E1B-Gene von Ad5 exprimiert, effizient trans-

formiert werden können. Die Effizienz der Transformation und die Etablierung E1A und E1B exprimierender Zelllinien war mit den E1-Genen von Ad5 etwa 20-fach höher als mit E1-Genen von Ad12.

[0025] Basierend auf diesen Daten etablierten Fallaux und Mitarbeiter (Fallaux et al., Hum. Gene Ther. 7, 215-222, 1996; Fallaux et al., Hum. Gene Ther. 9, 1909-1917, 1998) E1A und E1B exprimierende Zelllinien durch Transformation von HER-Zellen mit Plasmiden, die die E1A- und E1B-Gene von Ad5 exprimierten. Die Zelllinie 911 wurde durch Transformation mit einem Plasmid hergestellt, das die E1A- und E1B-Gene von Ad5 enthält (Nukleotide 79-5789 des Ad5-Genoms) und E1A unter Kontrolle des natürlichen E1A-Promoters exprimiert (Fallaux et al., *supra*; Patentanmeldung WO97/00326). Weitere E1A und E1B exprimierende HER-Zelllinien konnten durch Transfektion eines Plasmids etabliert werden, das die Nukleotide 459-3510 des Ad5-Genoms enthält, bei dem das E1A-Gen unter Kontrolle des humanen Phosphoglycerat-Kinase(PGK)-Promoters steht, und bei dem das natürliche E1B-Polyadenylierungssignal durch die poly(A)-Sequenz des Hepatitis B-Virus(HBV)-Oberflächenantigens ersetzt ist (Fallaux et al., *supra*; Patentanmeldung WO 97/00326). Diese HER-Zelllinien wurden als PER-Zelllinien bezeichnet. Der Vorteil dieser neueren PER-Zelllinien im Vergleich zu 293-Zellen oder der 911-Zelllinie liegt in der fehlenden Sequenzhomologie zwischen der DNA von adenoviralen Vektoren der ersten Generation und der integrierten Ad5-DNA. Aus diesem Grund ist die Möglichkeit der Entstehung von RCA deutlich reduziert. Diese E1A- und E1B-transformierten HER-Zelllinien (911-Zellen und PER-Zellen) konnten den E1-Defekt von adenoviralen Vektoren der ersten Generation komplementieren und somit für die Herstellung dieser Vektoren verwendet werden.

[0026] In ähnlicher Weise wird in einer Publikation von Imler und Mitarbeitern eine Zelllinie erwähnt, die durch Transformation von HER-Zellen mit Plasmid pTG6559 etabliert wurde (Imler et al., *supra*; s.a. WO 94/28152). Plasmid pTG6559 enthält die kodierenden Sequenzen der E1A-, E1B-Gene und des Protein IX-Gens (Nukleotide 505-4034 des Genoms von Ad5), wobei das E1A-Gen unter Kontrolle des Phosphoglycerat-Kinase(PGK)-Promoters der Maus steht und das gemeinsame Polyadenylierungssignal der E1B- und Protein IX-Gene durch das Polyadenylierungssignal des β -Globin-Gens des Kaninchens ersetzt war.

[0027] Im Gegensatz zu den beschriebenen Versuchen, primäre menschliche Zellen durch Transformation mit den E1A- und E1B-Genen von Ad5 zu etablieren, wurde in einigen Fällen versucht, E1A und E1B von verschiedenen Serotypen stabil in bereits etablierten Zelllinien zu exprimieren (Grodzicker et al., Cell, 21, 453-463, 1980; Babiss et al., J. Virol. 46, 454-465, 1983; Shiroki et al., J. Virol. 45, 1074-1082, 1983; Imler et al., *supra*; s.a. WO 94/28152). Nachteile dieser Zelllinien ist die Notwendigkeit der Koexpression eines Selektionsmarkers und die häufig mangelnde Stabilität der Expression von E1A und E1B. Da es sich bei diesen Zelllinien bereits von vorne herein um immortalisierte Zelllinien handelt, ist die Expression von E1A und E1B für das Überleben der Zelllinien nicht erforderlich, so dass die natürliche Selektion durch E1A und E1B in diesem Fall und im Gegensatz zur Verwendung von primären Zellen entfällt.

[0028] In der Vergangenheit war die Herstellung von Zelllinien zur Herstellung von adenoviralen Vektoren oder zur Herstellung von AAV-Vektoren mit besonderen Schwierigkeiten verbunden. Humane embryonale Nierenzellen (HEK-Zellen) können aus menschlichen Feten aus der Niere gewonnen werden. Hierzu wird eine Niere aus einem Fetus entfernt und Nierenzellen werden in Zellkultur genommen. Durch Transfektion von HEK-Zellen mit gescherter Ad5-DNA und Integration des linken Endes der Ad5-DNA sowie Expression der E1A- und E1B-Gene kam es in einem einzigen publizierten Fall zur Transformation dieser Zellen. Eine einzige Zelllinie (293-Zellen) konnte so etabliert werden (Graham et al., *supra*; s.o. "Herstellungszelllinien", Abschnitt a). 293-Zellen werden für die Herstellung von adenoviralen Vektoren und für die Herstellung von AAV-Vektoren verwendet.

[0029] Humane embryonale Retinazellen (HER-Zellen) können aus dem Augapfel menschlicher Feten gewonnen werden. Hierzu wird ein Auge des Fetus entfernt und aus der Netzhaut stammende Zellen werden in Kultur genommen. Durch Transfektion von HER-Zellen mit den adenoviralen E1A- und E1B-Genen konnten HER-Zellen transformiert werden (s.o. "Herstellungszelllinien", Abschnitt b). Mit E1A und E1B transformierte Zellen können zur Herstellung von adenoviralen Vektoren verwendet werden.

[0030] In beiden Fällen ist es nötig, aus menschlichen Feten, die entweder aus einem spontanen oder therapeutischen Abort oder aus einem Schwangerschaftsabbruch aus sozialer Indikation stammen, ein Organ zu entnehmen und von diesem Organ eine Zellkultur zu etablieren. Nach Etablierung einer Primärkultur können diese Zellen dann durch Transfektion mit den adenoviralen E1A- und E1B-Genen transformiert werden. So etablierte Zelllinien, die E1A und E1B exprimieren, können dann für die Herstellung von adenoviralen Vektoren oder AAV-Vektoren verwendet werden.

[0031] Es ist offensichtlich, dass die Gewinnung von primären Zellen aus Organen von Feten aufwendig ist. Da nur aus frischem Gewebe eine Primärkultur etabliert werden kann, sind besondere logistische Anstrengungen zu unternehmen, um an geeignetes Gewebe zu gelangen. Außerdem macht die Verwendung fetalen Gewebes, das entweder von einem Spontanabort, einem therapeutischen Abort oder aus einem Schwangerschaftsabbruch aus sozialer Indikation stammt, für die Etablierung der Primärkultur besondere ethische Überlegungen und Sorgsamkeit erforderlich. Obwohl das Labor der Erfinder in einer Frauenklinik angesiedelt ist, in der häufig Schwangerschaftsabbrüche durchgeführt werden, war es nicht möglich, über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr an geeignetes Gewebe zu gelangen. Eine Entnahme von fetalem Gewebe nach dem Abort erfordert eine Einverständniserklärung nach entsprechender

Aufklärung der Schwangeren. Nach detaillierter Aufklärung über das Vorhaben, i.e. die Entfernung eines Auges des Feten für medizinisch-wissenschaftliche Untersuchungen, war es mehrfach nicht möglich, ein Einverständnis der Schwangeren für den Eingriff mit Organentnahme zu erlangen.

5 [0032] Die Verwendung einer permanenten Amniozyten-Zelllinie zur Herstellung von Gentransfervektoren ist bisher nicht beschrieben worden. Es wurde lediglich über menschliche Amniozyten berichtet, die mit dem Simian Virus (SV40) und/oder dem Kirsten-Sarcoma-Virus transformiert worden sind (Sack, In Vitro 17 S.1-19, 1981; Walen, et al., In Vitro Cell Dev. Biol. 22, 57-65, 1986). Eine Infektion mit SV40 allein verlieh eine verlängerte Lebensdauer (Immortalisierung genannt), während eine Infektion mit dem Kirsten-Sarcoma-Virus allein die Lebensspanne nicht verlängerte. Eine Infektion mit beiden Viren führte schließlich zu einer malignen Tumorzelle (Walen und Amstein, *supra*). Hierbei ist zu
10 beachten, daß SV40-transformierte Amniozyten-Zelllinien nicht zur Produktion von Gentransfervektoren geeignet sind, da diese Zellen selber SV40, bekanntermaßen ein onkogenes Virus, produzieren (Graffney et al., Cancer Res. 30, 871-879, 1970). Die Transformierbarkeit von menschlichen Zellen mit SV40 läßt außerdem keine Aussagen über die Transformierbarkeit mit den E1-Funktionen von Adenovirus und deren Verwendung zur Produktion/Herstellung von Gentransfervektoren zu. Beispielsweise können Keratinozyten mit SV40 transformiert werden (siehe Sack, *supra*),
15 jedoch können Keratinozyten wie auch Hautfibroblasten und Hepatozyten offenbar nicht mit Ad12 transformiert werden (Gallimore et al., 1986, *supra*). In Hinsicht auf die Herstellung von viralen Vektoren, insbesondere adenoviralen Vektoren, in immortalisierten Zellen ist zudem nicht allein die Immortalisierbarkeit mit den jeweiligen Immortalisierungsfunktionen, sondern auch eine gute Infizierbarkeit und ein guter produktiver Infektionsablauf von Bedeutung. Diese Eigenschaften sind nicht vorauszusagen; die Frage, ob ein bestimmter Zelltyp für die Herstellung von Gentransfervektoren zu verwenden ist, muß für jeden Zelltyp neu bestimmt werden.

[0033] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, ein neues Verfahren zur effizienten, einfachen und leicht reproduzierbaren Herstellung einer Amniozyten-Zelllinie zur Verfügung zu stellen, und deren Verwendung unter anderem zur Herstellung von adenoviralen Vektoren, von AAV-Vektoren und von retroviralen bzw. lentiviralen Vektoren.

25 [0034] Es wurde völlig überraschend gefunden, dass die Transfektion von Fruchtwasserzellen (Amniozyten), die routinemässig aus diagnostischen Gründen im Rahmen der Pränataldiagnostik durch Fruchtwaspunktion (Amniozentese) gewonnen werden, mit den adenoviralen E1A- und E1B-Genen zu einer großen Zahl von permanenten Zelllinien führte, die die E1A- und E1B-Gene funktionell aktiv exprimieren und die für die Herstellung von Gentransfervektoren geeignet sind.

[0035] Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher eine permanente Amniozyten-Zelllinie, enthaltend mindestens eine Nukleinsäure, die die Expression der Genprodukte der E1A- und E1B-Region von Adenovirus bewirkt. Unter einer "permanenten Zelllinie" versteht man gemäß der vorliegenden Erfindung, dass die entsprechenden Zellen in irgendeiner Weise derart genetisch verändert sind, dass sie permanent in Zellkultur weiterwachsen können. Demgegenüber versteht man unter "primären Zellen" Zellen, die durch Entnahme aus einem Organismus und Subkultur erhalten wurden und nur eine begrenzte Lebensdauer zeigen. Eine permanente Amniozyten-Zelllinie im Sinne der
35 vorliegenden Erfindung kann durch das hierin vorgeschlagene Verfahren, das die Transfektion von primären Amniozyten mit den E1-Funktionen von Adenovirus beinhaltet, erhalten werden. Bei der mindestens einen Nukleinsäure, die die Expression der E1-Genprodukte von Adenovirus bewirkt, kann es sich um jede geeignete Nukleinsäure bzw. Nukleinsäuren handeln, die zu einer stabilen Expression dieser Genprodukte führen. Sie kann/können in das Genom der Zelle integriert, d.h. chromosomal, oder extrachromosomal, z.B. als episomal replizierendes Plasmid oder Mini-Chromosom, vorliegen. Die Expression der verschiedenen Genprodukte kann dabei von ein und demselben Nukleinsäuremolekül oder beispielsweise verschiedenen Nukleinsäuremolekülen bewirkt werden. Als "Expression" wird im Stand der Technik der Prozeß des Herstellens des Produkts eines Gens, das entweder ein spezifisches Protein ist, das ein spezifisches Merkmal oder eine spezifische Eigenschaft bewirkt, oder von RNA-Formen verstanden, die nicht in Proteine translatiert werden (z.B. antisense RNAs, tRNAs). Dem Fachmann werden angesichts der vorliegenden Beschreibung, insbesondere auch des vorgeschlagenen Verfahrens, geeignete Möglichkeiten zur Erzielung der gewünschten Expression ersichtlich sein. Die erfindungsgemäße Amniozyten-Zelllinie eignet sich neben ihrer Verwendung zur Herstellung von Gentransfervektoren im allgemeinen insbesondere zur Herstellung von adenoviralen Vektoren der ersten Generation, die durch Deletionen der E1A- und E1B-Gene charakterisiert sind, die durch die Zelllinie komplementiert werden.

50 [0036] Vorzugsweise bewirkt die mindestens eine Nukleinsäure weiterhin die Expression der Genprodukte der E2A-, E2B- und/oder E4-Region von Adenovirus und/oder der Cre-Rekombinase. Hierdurch eignet sich die Zelllinie insbesondere zur Herstellung von adenoviralen Vektoren der zweiten Generation, die durch Deletionen von E2- und/oder E4-Genen zusätzlich zu den Deletionen der E1A- und E1B-Gene charakterisiert sind. Die Expression der Cre-Rekombinase des Bakteriophagen P1 ist insbesondere bei der Herstellung von adenoviralen Vektoren großer Kapazität mit Hilfe eines E1A- und E1B-deletierten Helfervirus von Vorteil (siehe auch Parks et al., *supra*; Hardy et al., *supra*). Vorteilhafterweise steht die Expression der Genprodukte der E1A-Region unter der Kontrolle eines konstitutiven Promoters, vorzugsweise des Phosphoglycerat-Kinase (PGK)-Promoters. Für die Expression der Genprodukte der E1B-Region ist es von Vorteil, wenn sie unter der Kontrolle eines adenoviralen Promoters, vorzugsweise des adenoviralen

E1B-Promoters steht. Alternativ dazu kann zum Beispiel auch ein Promoter des Zytomegalie-Virus (CMV) eingesetzt werden. Vorzugsweise stammen alle adenoviralen Genprodukte von einem Adenovirus des gleichen Subgenus, z.B. des Adenovirus Typ 5 (Ad5) des Menschen. Üblicherweise handelt es sich bei der permanenten Amniozyten-Zelllinie um eine humane Zelllinie, da diese besonders zur Herstellung von Gentransfervektoren geeignet ist, die sich von menschlichen Viren, wie z.B. einem humanen Adenovirus oder einem humanen AAV, ableiten.

[0037] Alternativ dazu kann es sich auch um eine Zelllinie von Primaten oder anderen Säugetieren wie z.B. dem Rind handeln, die sich insbesondere zur Herstellung von Gentransfervektoren eignen, die von in der jeweiligen Spezies vorkommenden und endemischen Viren abgeleitet sind. Zum Beispiel eignen sich zur Herstellung von Vektoren, die von einem bovinen Adenovirus abgeleitet sind, permanente Amniozyten-Zelllinien, die durch Transformation von Amniozyten mit den E1A- und E1B-Genen eines bovinen Adenovirus gewonnen wurden.

[0038] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung einer permanenten Amniozyten-Zelllinie, insbesondere einer wie vorangehend definierten Amniozyten-Zelllinie, gekennzeichnet durch das Transfizieren von Amniozyten mit mindestens einer Nukleinsäure, die die Expression der adenoviralen Genprodukte der E1A-Region und E1B-Region bewirkt. Die erhaltenen Zellklone können dann gegebenenfalls weiter isoliert und unter Erhalt von Einzelzelllinien, wenn gewünscht, kloniert werden. Unter dem Begriff "Transfizieren" wird hierin jedes Verfahren verstanden, dass sich zum Einbringen der genannten Nukleinsäure(n) in die Zellen eignet. Als Beispiele sind die Elektroporation, liposomale Systeme jeglicher Art und Kombinationen dieser Verfahren zu nennen. Unter dem Begriff "Amniozyten" werden hierin im weiteren Sinne alle Zellen verstanden, die im Fruchtwasser vorhanden sind und durch Fruchtwasserpunktion gewonnen werden können. Sie stammen entweder vom Amnion oder von fetalem Gewebe, das im Kontakt mit der Amnionflüssigkeit ist. Es wurden drei Hauptklassen von Amniozyten beschrieben, die aufgrund morphologischer Kriterien unterschieden werden: Fibroblastenartige Zellen (F-Zellen), epitheloide Zellen (E-Zellen) und Amnionflüssigkeitszellen (amniotic fluid cells; AF-Zellen) (Hohn et al., *Pediat. Res.* 8, 746-754, 1974). AF-Zellen sind der vorherrschende Zelltyp. Im engeren Sinne werden hierin unter "Amniozyten" daher Amniozyten vom AF-Typ verstanden. Vorzugsweise werden primäre Amniozyten verwendet. Als "primäre" Zellen werden Zellen bezeichnet, die durch Entnahme aus einem Organismus und Subkultur erhalten werden können und nur eine begrenzte Lebensdauer zeigen, während sogenannte "permanente" Zelllinien unbegrenzt weiterwachsen können. Besonders bevorzugt ist hierbei die Verwendung von humanen primären Amniozyten, die zur Herstellung von humanen Zelllinien führen (s.o.). Jedoch können auch primäre Amniozyten von Primaten und weiteren Säugetierspezies wie vom Rind Verwendung finden. Dem Fachmann wird angesichts der vorliegenden Beschreibung auch ersichtlich sein, dass analog Zellen, die aus den Amnionmembranen, zum Beispiel durch Trypsinieren, oder durch eine Chorionzottenbiopsie erhalten werden können, zur Herstellung von entsprechenden permanenten Zelllinien verwendet werden können.

[0039] Bei der mindestens einen Nukleinsäure, die die Expression der adenoviralen E1-Genprodukte bewirkt, kann es sich um genomische DNA, cDNA, synthetische DNA, RNA und mRNA handeln. Vorzugsweise wird die Nukleinsäure in Form eines DNA-Expressionsvektors verwendet. Beispiele hierfür sind integrative Vektoren, bakterielle Plasmide, episomal replizierende Plasmide oder Mini-Chromosomen. Bevorzugt sind Expressionsplasmide, die durch Transfektion in das Genom der Empfängerzelle zur Integration gebracht werden. Mit dem Ausdruck "mindestens eine Nukleinsäure" wird zum Ausdruck gebracht, dass die die Expression bewirkenden Elemente sich sowohl auf ein und dergleichen Nukleinsäure als auch auf verschiedenen Nukleinsäuren befinden können. Beispielsweise können getrennte Nukleinsäuren für die Expression der Genprodukte der E1A-, E1B-, E2A-, E2B- und/oder E4-Region und/oder der Cre-Rekombinase vorgesehen sein. Es ist auch denkbar, dass die zu transfizierenden Amniozyten bereits eines dieser Genprodukte exprimieren, so dass nur die Expression des weiteren bzw. der weiteren Genprodukte zu bewirken ist, oder dass die Expression eines oder mehrerer dieser Genprodukte lediglich durch das Einbringen von geeigneten Regulatorelementen angeschaltet wird. Dem Fachmann stehen geeignete Techniken und Verfahren zur Herstellung und ggf. Mutagenese von Nukleinsäuren sowie zur Genexpression und Proteinanalyse zur Verfügung (s. z.B. Sambrook, J. et al., *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, Cold Spring Harbor Laboratory Press (1989); Glover, D.M., *DNA cloning: A practical approach*, Bd. II: Expression Systems, IRL Press (1995); Ausubel et al., *Short protocols in molecular biology*, John Wiley & Sons (1999); Rees, A.R. et al., *Protein engineering: A practical approach*, IRL press (1993)). Vorzugsweise wird das Genprodukt bzw. die Genprodukte der E1A-Region unter der Kontrolle eines konstitutiven Promoters, insbesondere des Phosphoglycerat-Kinase (PGK)-Promoters und die Genprodukte der E1B-Region unter der Kontrolle eines adenoviralen Promoters, insbesondere des adenoviralen E1B-Promoters exprimiert. Anstelle des adenoviralen Promoters kann beispielsweise auch ein Promoter des Zytomegalie-Virus (CMV) verwendet werden.

[0040] In einer besonderen Ausführungsform wird durch Transfizieren der Amniozyten und/oder der erhaltenen Zelllinie zusätzlich die Expression der erhaltenen Genprodukte E2A- und/oder E2B- und/oder E4-Region von Adenovirus und/oder der Cre-Rekombinase bewirkt. Hierbei stehen dem Fachmann sämtliche Möglichkeiten, die vorangehend diskutiert oder auf sonstige Weise aus dem Stand der Technik bekannt sind, zur Verfügung. Hinsichtlich der einzelnen Gene wird zusätzlich auf folgende Angaben verwiesen: E2A: Genbank Acc. #M73260; Kruiyer et al., *Nucl. Acids Res.* 9, 4439-4457, 1981; Kruiyer et al., *Nucl. Acids Res.* 10, 4493-4500, 1982. E2B: Genbank Acc. #M73260; Dekker et al. *Gene* 27, 115-120, 1984; Shu et al., *Virology* 165, 348-356, 1988. E3: Genbank Acc. #M73260; Cladaras et al.,

Virology 140, 28-43, 1985. E4: Genbank Acc. #M73260 und D12587; Virtanen et al., J. Virol. 51, 822-831, 1984; Dix et al., J. Gen. Virol. 73, 2975-2976, 1992. Die Leseraster sind teilweise nur für Ad2 bekannt und können dann in der Regel durch Sequenzvergleich bei z.B. Ad5 zugeordnet werden. Cre-Rekombinase: Genbank Acc. #X03453; Sternberg et al., J. Mol. Biol. 187, 197-212, 1986.

5 **[0041]** Vorzugsweise stammen die genannten adenoviralen Genprodukte alle von einem bestimmten adenoviralen Serotyp, insbesondere von dem humanen Adenovirus Typ 5 (Ad5). Der jeweilige adenovirale Serotyp, von dem die E1A- und E1B-Gene stammen, die zur Transformation von Amniozyten verwendet werden, ist nicht kritisch für diese Erfindung. Beispiel adenoviraler Serotypen, die in der vorliegenden Erfindung angewandt werden können, sind im Stand der Technik bekannt und schließen mehr als 40 humane Serotypen ein, z.B. Ad12 (Subgenus A), Ad3 und Ad7
10 (Subgenus B), Ad2 und Ad5 (Subgenus C), Ad8 (Subgenus D), Ad4 (Subgenus E), Ad40 (Subgenus F) (Wigand et al, in: Adenovirus DNA, Doerfler, Hrsg., Martinus Nijhoff Publishing, Boston, S. 408-441, 1986). In einer bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung werden zur Herstellung von adenoviralen Vektoren, die vom Subgenus C abgeleitet sind, Amniozyten mit E1A- und E1B-Genen transformiert, die von einem Adenovirus des gleichen Subgenus stammen. Zum Beispiel werden zur Herstellung von adenoviralen Vektoren des Serotyps 2 oder 5 Amniozyten mit den E1A- und
15 E1B-Genen des Serotyps 2 oder 5 transformiert. Zur Herstellung von adenoviralen Vektoren, die auf Ad12 basieren, werden Amniozyten mit den E1A- und E1B-Genen von Ad12 transformiert usw.. Zur Herstellung von nicht-human-adenoviralen Vektoren, einschließlich der von den gut bekannten Adenoviren, die vom Rind, Schaf, Schwein und anderen Säugern abstammen, werden für die Herstellung Amniozyten-Zelllinien durch Transformation von Amniozyten der jeweiligen Spezies hergestellt. Dies ist in der Regel erforderlich, da adenovirale Funktionen in der Regel über
20 Speziesgrenzen hinweg nicht effizient komplementiert werden können.

[0042] In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung wurden Amniozyten, die aus diagnostischen Gründen im Rahmen der Pränataldiagnostik durch Fruchtwasserpunktion gewonnen und für diagnostische Zwecke nicht mehr gebraucht wurden, mit einem Expressionsplasmid transfiziert, das die E1A- und E1B-Gene von Ad5 exprimierte. Dieses Konstrukt war so konzipiert, dass das E1A-Gen unter Kontrolle des Phosphoglycerat-Kinase-Promoters der Maus, und
25 das E1B-Gen unter Kontrolle des natürlichen adenoviralen E1B-Promoters stand. Die natürliche E1B-Spleißakzeptorstelle sowie die E1B-Polyadenylierungssequenz wurden durch entsprechende Sequenzen des SV40-Virus ersetzt. Wenige Wochen nach Transfektion mit der Plasmid-DNA wurden zahlreiche Zellklone beobachtet, die isoliert, kloniert, als immortalisierte Zelllinien etabliert und analysiert wurden. Alle analysierten Zellklone exprimierten die E1A- und E1B-Proteine. Durch Infektion mit einem E1-deletierten, β -gal exprimierenden adenoviralen Vektor und anschließende
30 Färbung konnte gezeigt werden, daß alle Zellen infizierbar waren. Infektionsexperimente mit E1-deletierten adenoviralen Vektoren der ersten Generation ergaben, dass die Zelllinien zur Herstellung von adenoviralen Vektoren geeignet sind. In diesen Experimenten wurden die Zelllinien zunächst mit einem β -gal exprimierenden adenoviralen Vektor der ersten Generation infiziert. Nach 48-72 Stunden, wenn die Zellen einen zytopathischen Effekt (CPE) zeigten, wurden die Zellen geerntet und der adenovirale Vektor wurde durch dreimaliges Einfrieren und Auftauen aus den Zellen befreit.
35 Mit einem Teil des Zelllysates wurden 293-Zellen infiziert und die β -gal-Expression wurde histochemisch etwa 24 Stunden nach dem Gentransfer nachgewiesen. Aus der Zahl an β -gal positiven Zellen konnte direkt die Ausbeute des Vektors durch Produktion in den einzelnen Zelllinien berechnet werden. So lassen sich ohne Schwierigkeiten und reproduzierbar Amniozyten-Zelllinien gewinnen, die für die Herstellung von Gentransfervektoren sehr gut geeignet sind. Einige der isolierten Zelllinien erlaubten eine genauso gute oder bessere Herstellung von adenoviralen Vektoren als 293-Zellen. Wie zu erwarten wiesen die Zelllinien Unterschiede in der Produktion an rekombinantem Adenovirusvektor auf (siehe Fig. 4). Die Zelllinien N52.E6 und N52.F4 zeichneten sich durch rasches Wachstum und besonders gute Produktion von adenoviralen Vektoren aus, günstige Eigenschaften für die Verwendung dieser Zelllinien zur Herstellung von Gentransfervektoren.

[0043] Das Design des E1A und E1B exprimierenden Expressionsplasmons, das für die Transformation der Amniozyten verwendet wurde, schließt die Entstehung von replikationskompetenten Adenoviren (RCA) durch homologe Rekombination eines adenoviralen Vektors oder eines adenoviralen Helfervirus mit der in den transformierten Amniozyten integrierten DNA im Gegensatz zu 293-Zellen aus. Alternativ dazu können die einzelnen E1-Funktionen auf verschiedenen Expressionsplasmiden in die zu transfizierenden Zellen eingebracht werden. Natürlich ist es auch möglich, wie bei der 293-Zelllinie eine Transformation von Amniozyten vorzunehmen und die bei der Herstellung von Gentransfervektoren erzeugten Chargen z.B. mittels eines PCR- oder eines Infektions-Assays auf den Gehalt von RCA zu testen.
50 Die RCA enthaltenden Chargen können dann ggf. verworfen werden.

[0044] Somit betrifft ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung eine permanente Amniozyten-Zelllinie, die gemäß dem hierin vorgeschlagenen Verfahren erhalten werden kann. In einer spezifischen Ausführungsform betrifft die Erfindung die permanente Amniozyten-Zelllinie N52.E6, die am 26.10.1999 bei der Deutschen Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH (DSMZ) gemäß dem Budapester Vertrag hinterlegt wurde und die Hinterlegungsnummer DSM ACC2416 erhalten hat.
55

[0045] In einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung von Amniozyten zur Herstellung von Adenovirus-transformierten permanenten Amniozyten-Zelllinien. Unter dem Begriff "Adenovirus-transformiert"

wird hierin eine Transformation durch eines oder mehrere transformierende Adenovirus-Gene verstanden. Als "Transformation" wird in diesem Zusammenhang die Umwandlung einer eukaryontischen Zelle, die einer Wachstumskontrolle unterliegt, in eine unbegrenzt wachsende, sogenannte permanente Zelllinie bezeichnet. Ein weiterer Aspekt ist die Verwendung der adenoviralen Genprodukte der E1A- und E1B-Region zur Herstellung von permanenten Amniozyten-Zelllinien.

[0046] Die vorliegende Erfindung umfaßt als Gegenstand weiterhin die Verwendung einer permanenten Amniozyten-Zelllinie zur Herstellung von Gentransfervektoren. Unter "Gentransfervektoren" werden hierin allgemein alle Vektoren verstanden, mit denen ein oder mehrere therapeutische Gene in die gewünschten Zielzellen übertragen bzw. eingeführt werden können und insbesondere virale Vektoren, die diese Eigenschaft besitzen. Desweiteren können die permanenten Amniozyten-Zelllinien für die Herstellung von Adenovirusmutanten verwendet werden. Unter "Adenovirusmutanten" werden Adenoviren verstanden, die mindestens eine Mutation in den E1A- und/oder E1B-Genen aufweisen. In einer bevorzugten Ausführungsform tragen sie im Gegensatz zu adenoviralen Gentransfervektoren jedoch keine therapeutische Gene. Ein typisches Beispiel hierfür sind Adenovirusmutanten, in denen das E1B-55-kD-Protein nicht exprimiert ist (z.B. die Adenovirusmutante d/1520 (Barker et al., Virology 156, 107-121, 1987)). Adenovirusmutanten, in denen das E1B-55-kD-Protein nicht exprimiert wird, sind für die Therapie von Tumorerkrankungen von großem Interesse, da es zu einer Vermehrung der Virusmutante ausschließlich in Tumorzellen und nicht oder in nicht nennenswertem Ausmaß in primären normalen Zellen kommt (Bischoff et al., Science 274, 373-376, 1996; Kim et al., Nature Med. 4, 1341-1342, 1998).

[0047] Eine bevorzugte Ausführungsform ist die Verwendung einer permanenten Amniozyten-Zelllinie zur Herstellung von Adenovirusvektoren, AAV (Adenoassoziiertes Virus)-Vektoren, Retrovirusvektoren, Lentivirusvektoren, chimären Adenovirus-AAV-Vektoren, chimären Adenovirus-Retrovirusvektoren und/oder chimären Adenovirus-Lentivirusvektoren. Weiterhin ist auch eine Verwendung zur Herstellung von Herpesvektoren möglich.

[0048] AAV-Vektoren enthalten üblicherweise lediglich die ITRs von AAV und einige benachbarte, nichtkodierende AAV-Sequenzen. Ihre Kapazität für die Aufnahme fremder DNA beträgt etwa 4,5 kb. Wie oben beschrieben existieren verschiedene Systeme zur Herstellung der rekombinanten AAV-Vektoren. Allen diesen Systemen ist gemein, dass diejenigen Komponenten zur Verfügung gestellt werden, die für Replikation, Expression und Verpackung des rekombinanten Vektors erforderlich sind. Im Einzelnen handelt es sich um Expressionskassetten, die für die AAV-Rep- und -Cap-Proteine kodieren sowie die adenoviralen Helferfunktionen. Bei den für die AAV-Herstellung erforderlichen adenoviralen Helferfunktionen handelt es sich um die E1A-, E1B-, E2-, E4- und VA-Gene. Die E1A- und E1B-Funktion werden in den E1A und E1B exprimierenden Amniozyten-Zelllinien zur Verfügung gestellt und können deshalb für die Herstellung von AAV-Vektoren verwendet werden. Die E2-, E4- und VA-Funktionen können durch Koinfektion mit Adenovirus oder durch Kotransfektion mit E2, E4 und VA exprimierenden Plasmiden bzw. über die Verwendung von Adenovirus/AAV- oder Herpes simplex-Virus/AAV-Hybridvektoren zur Verfügung gestellt werden. (Samulski et al., *supra*; Allen et al., *supra*; Tamayose et al., *supra*; Flotte et al., *supra*; Conway et al., *supra*; Chiorini et al., *supra*; Ferrari et al., *supra*; Salvetti et al., *supra*; Xiao et al., *supra*; Grimm et al., *supra*; Zhang et al., *supra*).

[0049] Retrovirusvektoren, d.h. von Retroviren abgeleitete Vektoren, sind ebenfalls als Vehikel zur Transfektion im Rahmen von gentherapeutischen Maßnahmen von großer Bedeutung, zum Beispiel für eine Gentherapie im Zentralnervensystem (Suhr et al., Arch. Neurol. 56, 287-292, 1999). Retrovirale Vektoren können in stabilen Vektor-Produktions-Zelllinien hergestellt werden oder durch eine transiente Transfektion. Die einzelnen Komponenten, die zur Herstellung von retroviralen Vektoren verwendet werden, schließen üblicherweise eine oder mehrere Plasmide ein, die die Struktur- und die Replikations- und Integrationproteine exprimieren und ferner ein Plasmid, das den Vektor selbst enthält (Miller, in: Retroviruses, Coffin, Hughes, Varmus Hrsg., Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1997, S. 437-473). Werden Plasmide verwendet, die einen Replikationsursprung enthalten, wie z.B. den Replikationsursprung von SV40, werden die Amniozyten-Zelllinien derart modifiziert, dass Proteine, die die Replikation des Plasmids fördern, stabil exprimiert werden. Zum Beispiel wird im Falle von Plasmiden, die den SV40-Replikationsursprung enthalten, eine Amniozyten-Zelllinie verwendet, die das T-Antigen von SV40 exprimiert.

[0050] Lentivirusvektoren sind von Lentiviren abgeleitete Vektoren (Naldini et al., Science 272, 263-267, 1996; Dull et al., J. Virol. 72, 8463-8471, 1998). Lentivirale Vektoren können in stabilen Vektor-Produktions-Zelllinien hergestellt werden oder durch eine transiente Transfektion.

[0051] Unter "chimären Vektoren" werden Vektoren verstanden, die das Produkt einer Fusion von Nukleinsäuren zweier oder mehrerer verschiedener viraler Vektoren sind. Für die Herstellung von chimären Vektoren können gemäß der vorliegenden Beschreibung permanente Amniozyten-Zelllinien verwendet werden. In diesem System trägt z.B. ein Adenovirusvektor, bevorzugt ein Adenovirusvektor großer Kapazität, ein DNA-Fragment, das die Sequenzinformation für ein integrierendes Virus, das z.B. von einem Retrovirus oder von AAV abgeleitet ist. Nach Transduktion einer Zielzelle wird das integrierende Virus, das ein therapeutisches Gen trägt, vom adenoviralen Hintergrund freigesetzt (z.B. im Falle eines retroviralen Inserts durch Herstellung infektiöser retroviraler Partikel, die benachbarte Zellen transduzieren und stabil als DNA integrieren). Beispiele von chimären Vektoren, die in 293-Zellen produziert wurden, sind in der Vergangenheit beschrieben worden, z.B. als chimäre Adenovirus-Retrovirus-Vektoren (Feng et al., Nature Biotech.

15, 866-870, 1997) und als chimäre Adenovirus-AAV-Vektoren (Recchia et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96, 2615-2620, 1999). Die Herstellung in E1A und E1B exprimierenden Amniozyten-Zelllinien ist zu bevorzugen, da es im Gegensatz zu 293-Zellen nicht zur Entstehung replikationskompetenter Vektoren durch homologe Rekombination kommen kann.

5 [0052] Adenovirusvektoren, d.h. von Adenoviren abgeleitete Vektoren, sind insbesondere als Vehikel zur Transfektion im Rahmen von gentherapeutischen Maßnahmen von großer Bedeutung. Bei den Adenovirusvektoren kann es sich um Adenovirusvektoren der ersten Generation, Adenovirusvektoren der zweiten Generation, Adenovirusvektoren grosser DNA-Kapazität und/oder deletierte Adenovirusvektoren handeln, die mit Hilfe einer permanenten Amniozyten-Zelllinie hergestellt werden.

10

a) Herstellung von adenoviralen Vektoren der ersten Generation

[0053] Adenovirale Vektoren der ersten Generation sind in der Regel durch Deletionen der E 1A- und E1B-Gene charakterisiert. Teilweise enthalten adenovirale Vektoren der ersten Generation zusätzlich zur Deletion der E1A- und E1B-Gene auch Deletionen der E3-Region. E3-Funktionen sind für das Wachstum von adenoviralen Vektoren in der Zellkultur entbehrlich.

15 [0054] Adenovirale Vektoren der ersten Generation können in E1A und E1B exprimierenden Amniozyten-Zelllinien erzeugt werden. Hierzu werden die E1A und E1B exprimierenden Zellen bevorzugterweise mit 3-5 infektiösen Einheiten pro Zelle (3-5 MOI) infiziert. Nach etwa 36 bis 72 Stunden zeigen die Zellen einen zytopathischen Effekt. Die Zellen werden nach Standardprotokollen geerntet. Adenoviraler Vektor kann aus diesen durch CsCl-Dichtegradienten-Zentrifugation oder durch chromatographische Verfahren aufgereinigt werden.

20

b) Herstellung von adenoviralen Vektoren der zweiten Generation

25 [0055] Adenovirale Vektoren der zweiten Generation sind durch Deletionen der E1A und E1B-Gene charakterisiert. Teilweise enthalten adenovirale Vektoren der zweiten Generation auch eine Deletion der E3-Region. Zusätzlich zur Deletion der E1A- und E1B-Gene sind adenovirale Vektoren der zweiten Generation durch eine Inaktivierung und vorzugsweise Deletion von mindestens einem weiteren essentiellen adenoviralen Gen, z.B. einem E2A-Gen, einem E2B-Gen und/oder einem E4-Gen, charakterisiert, oder beispielsweise durch Deletionen von E2-Funktionen in Kombination mit Deletionen von E4-Funktionen.

30

[0056] Für die Herstellung von adenoviralen Vektoren der zweiten Generation müssen diejenigen Funktionen, die der Vektor selber durch Inaktivierung und/oder Deletion nicht exprimiert, von der Amniozyten-Zelllinie zur Verfügung gestellt werden. Hierzu können E1A und E1B stabil exprimierende Amniozyten-Zelllinien durch Transfektion von Expressionskassetten, die die für ein oder mehrere weitere adenovirale Funktionen kodierenden Genprodukte exprimieren, stabil modifiziert werden. Zum Beispiel wird für die Herstellung eines adenoviralen Vektors der zweiten Generation, der zusätzlich zur Deletion der E1A- und E1B-Gene auch eine Deletion eines E2A-, E2B- und/oder E4-Gens aufweist, das entsprechende Gen bzw. die entsprechenden Gene durch Transfektion zusammen mit einem Selektionsmarker in die E1A und E1B exprimierende Amniozyten-Zelllinie eingeführt. Zellklone, die zusätzlich zur Expression von E1A- und E1B-Funktionen auch E2A-, E2B- bzw. E4-Funktionen exprimieren, können dann für die Herstellung des jeweiligen Vektors der zweiten Generation verwendet werden. In der Regel stehen die E2- und/oder E4-Gene unter der transkriptionellen Kontrolle eines heterologen Promoters, der entweder konstitutiv aktiv oder regulierbar ist.

35

40

c) Herstellung von adenoviralen Vektoren großer DNA-Kapazität.

45 [0057] Adenovirale Vektoren großer DNA-Kapazität sind dadurch charakterisiert, dass die meisten oder alle viralen kodierenden Sequenzen entfernt sind. Bevorzugterweise enthalten diese Vektoren lediglich die viralen ITRs und das virale Verpackungssignal. Die adenoviralen Funktionen werden von einem Helfervirus in *trans* zur Verfügung gestellt. Verschiedene Systeme zur Herstellung von adenoviralen Vektoren großer DNA-Kapazität wurden beschrieben. Allen bisher beschriebenen Systemen, die ein Helfervirus verwenden, ist gemeinsam, dass das Helfervirus einem replikationsdefekten, E1A- und E1B-deletierten Adenovirus entspricht. Das Helfervirus enthält entweder ein vollständiges Verpackungssignal (Mitani et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA 92, 3854-3858, 1995; Fisher et al., Virology 217, 11-22, 1996; Kumar-Singh und Chamberlain, Hum. Mol. Genet. 5, 913-921, 1996) oder ein mutiertes Verpackungssignal (Kochanek et al., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 93, 5731-5736, 1996). In letzterem Fall wird der Vektor bevorzugt in virale Kapside verpackt, da das Helfervirus ein attenuiertes Verpackungssignal enthält und deshalb weniger effektiv verpackt wird. Alternativ kann das Verpackungssignal des Helfervirus nach der Infektion der Herstellungszelllinie durch Verwendung einer Rekombinase exzidiert werden (Parks et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA 93, 13565-13570, 1996; Hardy et al., J. Virol. 71, 1842-1849, 1997). Zum Beispiel kann das Verpackungssignal des Helfervirus mit loxP-Erkennungssequenzen des Bakteriophagen P1 flankiert werden. Durch Expression der Cre-Rekombinase des Bakteriophagen-

50

55

gen P1 kommt es zur Exzision des Verpackungssignals des Helfervirus. Wegen des Fehlens des Verpackungssignals kommt es jedoch nicht zur Verpackung des Helfervirus in Kapside. Das Cre-Rekombinase-Gen des Bakteriophagen P1 wird durch Transfektion zusammen mit einem Selektionsmarker in die E1A und E1B exprimierende Amniozyten-Zelllinie eingeführt. Zellklone, die zusätzlich zur Expression von E1A- und E1B-Funktionen auch die Cre-Funktion des Bakteriophagen P1 exprimieren, können dann für die Herstellung des jeweiligen Vektors großer DNA-Kapazität verwendet werden.

d) Herstellung von "deletierten" adenoviralen Vektoren

[0058] "Deletierte" adenovirale Vektoren wurden als Vektoren der ersten Generation beschrieben, die loxP-Erkennungssequenzen des Bakteriophagen P1 derart im viralen Genom positioniert haben, dass bei Infektion von Cre-exprimierenden 293-Zellen durch Rekombination zwischen den loxP-Erkennungssequenzen der größte Teil der viralen kodierenden Sequenzen oder die viralen kodierenden Sequenzen insgesamt entfernt werden. Die Genomgröße dieser Vektoren beträgt etwa 9 kb. Die Kapazität für die Aufnahme fremder DNA liegt ebenfalls bei etwa 9 kb (Lieber et al., J. Virol. 70, 8944-8960, 1996). Zur Verwendung in der Herstellung von deletierten adenoviralen Vektoren wird das Cre-Rekombinase-Gen des Bakteriophagen P1 durch Transfektion zusammen mit einem Selektionsmarker in die E1A und E1B exprimierende Amniozyten-Zelllinie eingeführt. Zellklone, die zusätzlich zur Expression von E1A- und E1B-Funktionen auch die Cre-Funktion des Bakteriophagen P1 exprimieren, können dann für die Herstellung des jeweiligen deletierten Ad-Vektors verwendet werden.

e) Herstellung von Tropismus modifizierten Gentransfervektoren

[0059] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die permanente Amniozyten-Zelllinie zur Herstellung von Tropismus-modifizierten Gentransfervektoren verwendet. Der Tropismus eines Virus und eines von diesem Virus abgeleiteten viralen Vektors entscheidet, ob ein bestimmter Zelltyp mit einem Vektor erfolgreich transduziert werden kann oder nicht. Die Aufnahme eines Gentransfervektors in eine Zelle hinein ist der erste Schritt für einen erfolgreichen Gentransfer in diese Zelle. Der Tropismus eines viralen Vektors ist also für die Effizienz des *in vitro*- oder *in vivo*-Gentransfers in eine bestimmte Zelle oder in ein Gewebe ein wesentlicher Faktor. Für die Aufnahme in eine bestimmte Zelle ist die Interaktion der Oberfläche eines viralen Vektors (des Kapsids im Falle adenoviraler oder AAV-Vektoren, der Virus-hülle im Falle retroviraler oder lentiviraler Vektoren) mit der Zellmembran einer Zielzelle erforderlich. Obwohl der genaue Mechanismus der Aufnahme eines viralen Vektors in eine Zielzelle bei verschiedenen Vektoren teilweise unterschiedlich ist, spielt jedoch in allen Fällen die Interaktion von Oberflächenstrukturen des viralen Vektors (in der Regel Proteinliganden) mit Strukturen auf der Zielzelle (in der Regel Rezeptoren oder Adhäsionsmoleküle) eine wesentliche Rolle. Die Aufnahme von adenoviralen Vektoren erfolgt z.B. durch Rezeptor-vermittelte Endozytose. Hierbei binden Teile des adenoviralen Kapsids mit zellulären Rezeptoren. Im Falle von Ad2 oder Ad5 abgeleiteten adenoviralen Vektoren bindet nach derzeitigem Kenntnisstand in der Regel ein Teil der Knob-Domäne des Fiberproteins mit dem Cox-sackie-Adenovirus-Rezeptor (CAR) und ein Teil der Pentonbasis mit $\alpha\beta 3$ - oder $\alpha\beta 5$ -Integrinen. Die Bindung der Knob-Domäne an CAR ist nach derzeitigem Kenntnisstand für die Adhäsion des Vektors an die Zellmembran der Zielzelle erforderlich, während die Bindung der Pentonbasis an Integrine für die Internalisierung des Vektors in die Zielzelle erforderlich ist.

[0060] Amniozyten-Zelllinien können für die Herstellung von Tropismus-modifizierten Vektoren verwendet werden. Dies gilt z.B. für die Herstellung von adenoviralen Vektoren der ersten und zweiten Generation, für adenovirale Vektoren grosser DNA-Kapazität, für deletierte adenovirale Vektoren, für chimäre adenovirale Vektoren, für AAV-Vektoren, für retrovirale und/oder lentivirale Vektoren. Verschiedene Strategien können zur Herstellung von Tropismus-modifizierten Vektoren in Amniozyten-Zelllinien verwendet werden. Die Strategie, die für die jeweilige Tropismusmodifikation angewandt wird, kann bei verschiedenen Vektoren (z.B. adenoviraler Vektor, AAV-Vektor, retroviraler Vektor) unterschiedlich sein. Gemeinsam ist den verschiedenen Strategien, dass die Oberfläche des jeweiligen Vektors (Viruskapsid bei adenoviralen und AAV-Vektoren, Virushülle bei retroviralen und lentiviralen Vektoren) derart verändert wird, dass die Bindung des Vektors an die Zielzelle verändert wird. Beispiele für Modifikationen für adenovirale Vektoren sind:

a) Austausch von Fiberproteinen zwischen verschiedenen Serotypen: Hierdurch entstehen adenovirale Vektoren, deren Kapsid ein Fiberprotein eines anderen Serotyps trägt. Beispiele hierfür sind der Austausch des natürlichen Fiberproteins von adenoviralen Vektoren, die vom Serotyp 2 abgeleitet sind, durch ein Fiberprotein, das vom Serotyp 17 (Zabner et al., J. Virol. 73, 8689-8695, 1999) oder vom Serotyp 9 (Roelvink et al., J. Virol. 70, 7614-7621, 1996) abgeleitet ist. Andere Beispiele sind der Austausch des natürlichen Fiberproteins von adenoviralen Vektoren, die vom Serotyp 5 abgeleitet sind, durch ein Fiberprotein, das vom Serotyp 7a (Gall et al., J. Virol. 70, 2116-2123, 1996) oder vom Serotyp 3 (Stevenson et al., J. Virol. 71, 4782-4790, 1997; Krasnykh et al., J. Virol. 70, 6839-6846, 1996; Douglas et al., Neuromuscul. Disord. 7, 284-298, 1997) abgeleitet ist.

b) Entfernung des Fiberproteins: Das Fiberprotein kann durch gentechnische Verfahren entfernt werden, so dass die Aufnahme des Vektors allein über die Interaktion der Pentonbasis oder des Hexonproteins erfolgt (Falgout et al., J. Virol. 62, 622-625, 1988; Legrand et al., J. Virol. 73, 907-919, 1999).

5 c) Modifikation des C-Terminus des Fiberproteins mit einem Peptid: Beispiel hierfür sind die Modifikation des C-Terminus mit einem Polylysin-Peptid (Yoshida et al., Hum. Gene Ther. 9, 2503-2515, 1998; Wickham et al., Nat. Biotechnol. 14, 1570-1573, 1996; Wickham et al., J. Virol. 71, 8221-8229, 1997), einem Polyhistidin-Peptid (Douglas et al., Nat. Biotechnol. 17, 470-475, 1999) oder einem Gastrin-Releasing-Peptid (Michael et al., Gene Ther. 2, 660-668, 1995).

10 d) Modifikation von Teilen der Knob-Domäne des Fiberproteins durch Insertion eines Peptids: Beispiele hierfür sind die Insertion eines FLAG-Epitops (Krasnykh et al., J. Virol. 72, 1844-1852, 1998) oder die Insertion eines RGD-Peptids (Dmitriev et al., J. Virol. 72, 9706-9713, 1998; Kasono et al., Clin Cancer Res. 5, 2571-2579, 1999).

15 e) Modifikation der Pentonbasis: Ein Beispiel hierfür ist der Ersatz eines RGD-Motivs innerhalb der Pentonbasis durch ein LDV-Motiv, mit dem Ziel, eine Bindung des Vektors an $\alpha 4 \beta 1$ -Integrine zu vermitteln (Wickham et al., Gene Ther. 2, 750-756, 1995).

20 f) Modifikation des Hexon-Proteins: Ein Beispiel hierfür ist die Insertion eines von Poliovirus Typ 3 stammenden Epitops (Crompton et al., J. Gen. Virol. 75, 133-139, 1994).

[0061] Eine alternative Strategie, die zur Veränderung des Tropismus von in Amniozyten-Zelllinien hergestellten Vektoren angewandt werden kann, beruht auf der Verwendung von Liganden, die eine Bindung des Vektors an Zellmembranstrukturen, wie z.B. zellulären Rezeptoren oder Adhäsionsmoleküle, vermitteln. Diese Liganden können Peptide, Proteine oder auch Antikörper sein. Die Liganden können über verschiedene Verfahren mit der Oberfläche der Vektoren verbunden werden. Die Verbindung der Liganden mit der Oberfläche der Vektoren (der Kapside im Falle von adenoviralen oder AAV-Vektoren) kann über die Verwendung von Antikörpern oder über eine chemische Reaktion durch Crosslinking (Quervernetzung) hergestellt werden. Bei der Verwendung von Antikörpern können Antikörper verwendet werden, deren Spezifität gegen das Kapsid des Vektors (z.B. gegen die Knob-Domäne des Fiber-Proteins) gerichtet ist. Alternativ können Antikörper verwendet werden, deren Spezifität gegen ein Epitop gerichtet ist, das als Neoepitop (z.B. ein FLAG-Epitop oder ein myc-Epitop) in das Kapsid des Vektors eingebracht worden ist. Beispiele hierfür sind dem Fachmann wohlbekannt. Beispiele für die Verwendung von bispezifischen Antikörpern sind beschrieben in Wickham et al., J. Virol. 70, 6831-6838, 1996 (anti-FLAG/anti- α -Integrin); in Wickham et al., Cancer Immunol. Immunther. 45, 149-151, 1997; Harari et al., Gene Ther. 6, 801-807, 1999 (anti-FLAG/anti-E-Selectin) zur Transduktion von Endothelzellen; in Miller et al., Cancer Res. 58, 5738-5748, 1998; Blackwell et al., Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg. 125, 856-863, 1999 (anti-Ad/anti-EGFR) zur Transduktion von Tumorzellen; in Wickham et al., J. Virol. 71, 7663-7669, 1997 (anti-FLAG/anti-CD3) zur Transduktion von T-Zellen; in Tillman et al., J. Immunol. 162, 6378-6383, 1999 (anti-CD40/anti-Ad) zur Transduktion von Dendritischen Zellen. Beispiele für die Verwendung von Einzelketten-Antikörpern mit Spezifität für eine Determinante des Viruskapsids, die an einen Liganden gekoppelt ist, sind beschrieben in Watkins et al., Gene Ther. 4, 1004-1012, 1997; in Goldman et al., Cancer Res. 57, 1447-1451, 1997; Rancourt et al., Clin. Cancer Res. 4, 2455-2461, 1998; Gu et al., Cancer Res. 59, 2608-2614, 1999; Rogers et al., Gene Ther. 4, 1387-1392, 1997 (anti-Ad/FGF2) zur Transduktion von FGF2-Rezeptor exprimierenden Tumorzellen; in Douglas et al., Nat. Biotechnol. 14, 1574-1578, 1996; Douglas et al., Neuromuscular Disord. 7, 284-298, 1997 (anti-Ad/Folat) zur Transduktion von Tumorzellen, die den Folsäure-Rezeptor auf der Zelloberfläche exprimieren.

45 [0062] Bei Gentransfervektoren, bei denen der natürliche Tropismus aufgehoben ist und durch einen anderen Tropismus ersetzt ist, beispielsweise durch das Einbringen eines Liganden in die Knobdomäne des Fiberproteins von Ad5, kann es notwendig sein, eine permanente Amniozyten-Zelllinie durch die vorzugsweise stabile Expression eines Rezeptors, der diesen neuen Liganden erkennt, zu modifizieren (Douglas et al., Nat. Biotechnol. 17, 470-475, 1999). Ebenso kann die permanente Amniozyten-Zelllinie für die Herstellung von Gentransfervektoren verwendet werden, die einen Defekt in der Bildung eines oder mehrerer Strukturproteine haben. Hierzu wird der jeweilige Defekt des Gentransfervektors in der permanenten Amniozyten-Zelllinie komplementiert. Zum Beispiel kann ein adenoviraler Vektor, der eine Mutation im für das Fiberprotein kodierenden Gen hat, in einer Amniozyten-Zelllinie produziert werden, die den Defekt des Fiberproteins komplementiert. Dies wird durch Einbringen einer Fiberepressionskassette in die Amniozyten-Zelllinie und die stabile oder induzierbare Expression des Fiberproteins in dieser Amniozyten-Zelllinie erreicht (Von Seggem et al., J. Gen. Virol. 79, 1461-1468, 1998). Bei dem in der Amniozyten-Zelllinie exprimierten Fiberprotein kann es sich um ein natürliches, unmodifiziertes Fiberprotein handeln oder auch um ein verändertes, zum Beispiel Tropismus-modifiziertes Fiberprotein (Von Seggem et al., *supra*). Auch die Herstellung von adenoviralen Vektoren, denen das Fiberprotein vollkommen fehlt, kann in der permanenten Amniozyten-Zelllinie durchgeführt werden

(Legrand et al., J. Virol., 73, 907-919, 1999; Von Seggem et al., J. Virol. 73, 1601-1608, 1999).

[0063] Die Verwendung von E1A und E1B exprimierenden Amniozyten-Zelllinien ist zu bevorzugen, da es im Gegensatz zu 293-Zellen nicht zur Entstehung replikationskompetenter Vektoren durch homologe Rekombination kommen kann. In einer besonderen Ausführungsform des Aspektes der Verwendung einer Amniozyten-Zelllinie zur Herstellung von Gentransfervektoren handelt es sich bei dieser Zelllinie um die erfindungsgemäße Zelllinie.

Therapeutische Gene

[0064] Bei den Genen, insbesondere den therapeutischen Genen, die von in transformierten Amnionzellen, d.h. einer permanenten Amniozyten-Zelllinie, produzierten Vektoren kodiert und exprimiert werden können, kann es sich z. B. um jede beliebigen Muskelproteine, Gerinnungsfaktoren, Membranproteine oder Zellzyklusproteine handeln. Beispiele für Proteine, die von in transformierten Amniozyten hergestellten Vektoren exprimiert werden können, sind Dystrophin (Hoffman et al., Cell 51, 919, 1987, Faktor VIII (Wion et al., Nature 317, 726 1985, Zystische Fibrose Transmembran Regulator Protein (CFTR) (Anderson et al., Science 251, 679, 1991, Omithin-Transcarbamyase (OTC) (Murakami et al., J. Biol. Chem., 263, 18437, 1988, Alpha1-Antitrypsin (Fagerhol et al., in: Hum. Genet., Bd. 11, Harris Hrsg., Plenum, New York, S.1, 1981. Die Gene, die für Proteine kodieren, sind bekannt und können aus genomischen oder cDNA-Banken kloniert werden. Beispiele solcher Gene sind das Dystrophin-Gen (Lee et al., Nature 349, 334, 1991, das Faktor VIII-Gen (Toole et al., Nature 312, 342 (?) 91984), das CFTR-Gen (Rommens et al., Science 245, 1059, 1989, Riordan et al., Science 245, 1066, 1989, das OTC-Gen (Horwich et al., Science 224, 1066, 1984, und das Alpha1-Antitrypsin-Gen (Lemarchand et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 89,6482, 1992.

[0065] Beispiele für weitere Gene, die von Vektoren exprimiert werden, die in transformierten Amniozyten hergestellt werden können, sind das p53-Gen zur Behandlung von Tumorerkrankungen (Wills et al., Hum Gene Ther. 5, 1079, 1994, Clayman et al., Cancer Res. 55, 1, 1995, das Rb-Gen zur Behandlung von vaskulären proliferativen Erkrankungen (Chang et al., Science 267, 518, 1995, oder das Thymidin-Kinase-Gen von Herpes simplex-Virus (HSV) Typ I zur Therapie von Tumorerkrankungen. Das Gen, das von in transformierten Amniozyten hergestellten Vektoren exprimiert wird, muß nicht unbedingt für ein Protein kodieren. So können z.B. funktionelle RNAs exprimiert werden. Beispiele für solche RNAs sind Antisense-RNAs (Magrath, Ann. Oncol. 5, (Suppl 1), 67-70 1994, Milligan et al., Ann. NY Acad. Sci. 716, 228-241, 1994, Schreier, Pharma. Acta Helv., 68, 145-159 (1994), and katalytische RNAs (Cech, Biochem. Soc. Trans. 21, 229-234, 1993; Cech, Gene 135, 33-36, 1993; Long et al., FASEB J. 7, 25-30, 1993; Rosi et al., Pharm. Therap. 50, 245-254, 1991).

[0066] Vektoren, die in transformierten Amniozyten hergestellt werden, können zusätzlich zum therapeutischen Gen ein beliebiges Reporter-Gen enthalten, um die Expression des Vektors besser verfolgen zu können. Beispiele von Reporter-Genen sind im Stand der Technik bekannt und schließen z.B. das β -Galaktosidase-Gen ein (Fowler et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA 74, 1507, 1977).

[0067] Vektoren, die in transformierten Amniozyten hergestellt werden können, können mehr als ein einzelnes Gen enthalten. Die maximale Zahl an Genen, die in solchen Vektoren produziert werden können, hängt von der Aufnahmekapazität des jeweiligen Vektors und von der Gengröße ab.

[0068] Die Wahl der Promotoren, die die Expression der therapeutischen Gene von in transformierten Amniozyten hergestellten Vektoren kontrollieren, ist nicht kritisch. Virale oder nicht-virale Promotoren, die konstitutiv, gewebespezifisch oder regulierbar aktiv sind, können für die Expression eines Proteins oder einer funktionellen RNA verwendet werden. Der SV40- oder Zytomegalie-Virus-Promoter (Andersson et al., J. Biol. Chem. 264, 8222-8229, 1964) kann z.B. zur konstitutiven Expression eines Gens verwendet werden. Die Verwendung des Muskelkreatin-Kinase (MCK) -Promoters erlaubt die gewebespezifische Expression eines Proteins oder einer funktionellen RNA in Skelett- und Herzmuskulatur. Die Genexpression kann quantitativ und qualitativ durch die Verwendung eines regulierbaren System kontrolliert werden (Furth et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA 91, 9302-9306, 1992).

[0069] In Vektoren, die in transformierten Amniozyten hergestellt werden können, können genetische Elemente eingeschlossen werden, die das Verhalten des Vektors innerhalb der Empfängerzelle beeinflussen. Solche Elemente sind z.B. Elemente, die das nukleäre Targeting der Vektor-DNA erleichtern (Hodgson, Biotechnology 13, 222-225, 1995).

[0070] Die Verwendung von derartig hergestellten Vektoren kann *in vitro* oder *in vivo* erfolgen. Ein *in vitro*-Gentransfer erfolgt außerhalb des Körpers z.B. durch Zufügen von Vektor zu Zellkulturzellen oder zu primären Zellen, die zum Zwecke des Gentransfers dem Körper entnommen worden sind. Beim *in vivo*-Gentransfer können Vektorpartikel in Abhängigkeit vom Gewebe, das transduziert werden soll, auf verschiedene Weise appliziert werden. Beispiele sind die Injektion in das arterielle oder venöse Gefäßsystem, die direkte Injektion in das betreffende Gewebe (z.B. Leber, Hirn, Muskel), die Instillation in das betreffende Organ (z.B. Lunge oder Gastrointestinaltrakt) oder die direkte Applikation auf eine Oberfläche (z.B. Haut oder Blase).

[0071] Die folgenden Figuren und Beispiel sollen die Erfindung näher erläutern, ohne sie darauf zu beschränken.

BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0072]

- 5 Fig. 1 zeigt eine Übersicht über die Klonierungen: In Fig. 1A sind die Klonierungsschritte für Plasmid STK146 schematisch dargestellt. In Fig. 1B sind die linksterminalen ca. 15% des Genoms von Adenovirus Typ 5, einschließlich der E1-RNAs, der kodierenden Regionen, der Startpunkte der E1A- und E1B-Transkription, der für die Klonierung wichtigen Spleißdonor- und Spleißakzeptorstellen und Polyadenylierungssequenzen dargestellt. Wichtig ist, dass in der Klonierung für Plasmid STK146 die Spleißdonorstelle bei Basenpaar 3511 von Ad5 beibehalten wurde, die Spleißakzeptorstelle und das Polyadenylierungssignal jedoch durch entsprechende Funktionen von SV40 ersetzt wurden. Weiter wurde der E1A-Promoter von Ad5 durch den PGK-Promoter ersetzt. Somit enthält STK146 die Ad5-Sequenzen von Basenpaar 505-5322 und die mit diesem Plasmid transformierten Zelllinien enthalten keine Ad5-Sequenzen, die in adenoviralen Vektoren der ersten oder zweiten Generation oder in loxP-Helferviren enthalten sind.
- 10
- 15 Fig. 2 zeigt die aus Amniozyten mittels Transformation durch adenoviralen E1-Funktionen erhaltenen Zellinseln (Fig. 2A und Fig. 2B), sowie die aus einzelnen Zellen klonierten Zelllinien N52.E6 (DSM ACC2416; Fig. 2C) und N52.F4 (Fig. 2D). Zu beachten ist, dass sich die Zelllinien bzw. Einzelzellklone morphologisch dadurch von den Amniozyten unterscheiden, dass sie in der Regel kleiner sind und in ihrer Vermehrung nicht kontakthibiert sind.
- 20
- Fig. 3 zeigt den Integrationsstatus von STK146 in acht verschiedenen E1-transformierten Amniozyten-Zelllinien mit Hilfe eines Southern Blots.
- 25 Fig. 4 zeigt, aufgelistet in einer Tabelle, die Herstellung eines adenoviralen Vektors der ersten Generation in verschiedenen klonierten Zelllinien anhand von bfu (*blue forming units*) pro Zelle bzw. die Effizienz der Transfektion der entsprechenden Zelllinien anhand der Bildung von Plaques.
- Fig. 5 zeigt die Expression der E1A- und E1B-Proteine von Ad5 in elf klonierten Amniozyten-Zelllinien (Western Blot).
- 30
- Fig. 6 zeigt den Zeitverlauf der Synthese rekombinanter adenoviraler Vektoren in zwei klonierten Zelllinien N52.E6 und N52.F4. Fig. 6A zeigt die Synthese eines adenoviralen Vektors der ersten Generation Fig. 6B die Synthese eines adenoviralen Vektors mit großer DNA-Kapazität.
- 35

BEISPIELE

1. Klonierungen

- 40 [0073] Eine Übersicht über die Klonierungen ist in Fig. 1 dargestellt.

a) Plasmid STK136

- 45 [0074] Plasmid STK136 enthält den murinen Phosphoglycerat-Kinase-Promoter (Seq. Nr. 1; Adra et al., Gene 60, 65-74, 1987) in pBluescript KSII (Stratagene) und wurde wie folgt hergestellt:
- [0075] 3.5 µg Plasmid PGK-hAAT (Kay et al., Hepatology 21, 815-819, 1995) wurden mit EcoRV verdaut und in einem 1.5%igen Agarosegel größenfraktioniert. Die 0.5 kb umfassende Bande, die das gesuchte PGK-Promoterfragment enthält, wurde nach Färbung in Ethidiumbromid ausgeschnitten und die DNA elektroeluiert. Zeitgleich wurde pBluescript KSII mit EcoRV und HincII verdaut und die freien DNA-Enden dephosphoryliert. Nach anschließender Phenol/Chloroform-Extraktion und Ethanolpräzipitation wurden äquimolare Mengen dieser DNA-Fragmente ligiert und in ultrakompetente XL-2 Blue-Bakterien (Stratagene) transformiert. Die Plasmid-Klone wurden mit Hilfe eines Restriktionsverdaus charakterisiert und das daraus resultierende Plasmid wurde mit STK136 (Isolat #6) bezeichnet.
- 50

b) Plasmid STK137

- 55 [0076] Plasmid STK137 enthält die gesamte E1-Expressionskassette von Ad5 einschließlich des 3'-Spleiß- und Polyadenylierungssignals aus SV40 und wurde wie folgt hergestellt:

PCR-Amplifikation der Ad5-Sequenz bp 505-841 (PCR I) (Seq. Nr. 2)

[0077] 10 ng des Plasmids pXC1 (Microbix) wurden zusammen mit je 400 ng der Oligonukleotide 27759 (Seq. Nr. 3) und 27634 (Seq. Nr. 4), 0.2 mM dNTPs und 1.25 U Pfu-Polymerase in 10 mM KCl, 10 mM (NH₄)₂SO₄, 20 mM Tris/HCl, pH 8.75, 2 mM MgSO₄, 0.1% Triton X-100, 100µg/ml BSA unter folgenden Bedingungen amplifiziert:

I	10 Minuten bei 94°C,
II	1 Minute bei 94°C, 2 Minuten bei 50°C, 3 Minuten bei 72°C,
III	10 Minuten bei 72°C.

wobei Schritt II in 15 Zyklen wiederholt wurde. Die DNA wurde mit Hilfe des "QIAquick PCR Purification Kit" (Qiagen) nach Angaben des Herstellers aufgereinigt und mit Ethanol präzipitiert.

[0078] Für die Klonierung des PCR-Fragmentes wurden 2.5 µg pBluescript KSII mit EcoRV verdaut, die freien DNA-Enden dephosphoryliert, in äquimolaren Mengen mit dem PCR-Fragment ligiert und in XL-2 Blue-Zellen transformiert. Das daraus resultierende Plasmid wird im nachfolgenden mit #1 bezeichnet.

PCR-Amplifikation der Ad5 Sequenz bp 3328-3522 (PCR II) (Seq. Nr. 5):

[0079] 10 ng des Plasmids pXC1 (Microbix) wurden zusammen mit je 400 ng der Oligonukleotide 27635 (Seq. Nr. 6) und 27636 (Seq. Nr. 7) unter den oben beschriebenen Bedingungen amplifiziert. Nach der PCR-Reaktion wurde die DNA mit Phenol/Chloroform extrahiert, mit Ethanol präzipitiert, mit EcoRI verdaut, nochmals mit Phenol/Chloroform extrahiert, präzipitiert und in 30 µl TE gelöst.

PCR-Amplifikation des 3'-Spleiß- und Polyadenylierungssignals aus SV40 mit Hilfe des Plasmids pGL2-Basic bp 1978-2749 (PCR III) (Seq. Nr. 8):

[0080] 20 ng des Plasmids pGL2-Basic (Promega, GenBank/EMBL Acc. Nr.: X65323) wurden zusammen mit je 800 ng der Oligonukleotide 27637 (Seq. Nr. 9) und 27638 (Seq. Nr. 10), 0.4 mM dNTPs und 2.5 U Pfu-Polymerase unter den oben beschriebenen Bedingungen amplifiziert. Nach der PCR-Reaktion wurde die DNA mit Phenol/Chloroform extrahiert, mit Ethanol präzipitiert, mit EcoRI verdaut, nochmals mit Phenol/Chloroform extrahiert, in Ethanol präzipitiert und in 30 µl TE gelöst. Dann wurden je 10 µl DNA aus PCR II und III in einem Volumen von 50 µl ligiert, mit Phenol/Chloroform extrahiert, mit Ethanol präzipitiert und in einem Volumen von 100 µl mit BamHI verdaut. Nach erneuter Phenol/Chloroform-Extraktion und Ethanolpräzipitation wurde die DNA mit äquimolaren Mengen pBluescript KSII-DNA, welche zuvor mit BamHI verdaut und dephosphoryliert wurde, ligiert. Das daraus resultierende Plasmid wird nachfolgend mit #29 bezeichnet. Für die weitere Klonierung wurden 3.5 µg Plasmid-DNA #29 mit SacII und BglII verdaut, dephosphoryliert, mit Phenol/Chloroform extrahiert und in Ethanol präzipitiert. Zeitgleich wurden 3.5 µg pXC1 mit BglII und SacII verdaut, das 2.9 kb-Fragment elektrophoretisch aufgetrennt und elektroeluiert. Von beiden DNAs wurden äquimolare Mengen ligiert und in XL-2 Blue-Zellen transformiert. Das daraus resultierende Plasmid wird im nachfolgenden mit #5 bezeichnet. Für die abschließende Klonierung von STK137 wurde Plasmid #1 mit HincII und BspEI verdaut, elektrophoretisch aufgetrennt und ein ca. 350 bp umfassendes Fragment elektroeluiert. Als Vektor-DNA wurde Plasmid #5 mit KspI (Isoschizomer von SacII) verdaut, die Enden mit T4-Polymerase aufgefüllt, mit Phenol/Chloroform extrahiert und mit Ethanol präzipitiert. Danach wurde die DNA mit BspEI verdaut, die Enden dephosphoryliert, nochmal mit Phenol/Chloroform extrahiert und mit Ethanol präzipitiert. Beide DNAs wurden ligiert und in XL-2 Blue-Zellen transformiert. Das daraus resultierende Plasmid wurde mit **STK137** (Isolat #34) bezeichnet.

c) Plasmid **STK146** (Seq. Nr. 18)

[0081] Plasmid STK146 enthält den murinen PGK-Promoter, die gesamte E1-Region von Ad5 (bp 505-3522) und das 3'-Spleiß- und Polyadenylierungssignal von SV40.

[0082] Für die Klonierung wurden 4 µg STK137 mit EcoRV und BamHI verdaut, elektrophoretisch aufgetrennt und das 3.7 kb umfassende Fragment elektroeluiert. Weiter wurden 3.3 µg STK136 mit EcoRV und BamHI verdaut, dephosphoryliert, Phenol/Chloroform extrahiert und mit Ethanol präzipitiert. Von beiden Plasmiden wurden äquimolare

Mengen ligiert und in XL-2 Blue-Zellen transformiert. Das daraus resultierende Plasmid wurde STK139 genannt. Eine abschließende Sequenzanalyse von STK139 ergab eine Mutation bei bp 2613 (die Nummerierung bezieht sich hierbei auf die Ad5-DNA-Sequenz), die zu einem Aminosäureaustausch von Tyrosin zu Asparagin führte (2613 TAC → GAC). Aus diesem Grunde wurde das die Mutation enthaltende Fragment in STK139 durch das BstEII (bp 1915)- BglII (bp 3328)-Fragment aus pXC1 ersetzt. Dazu wurde STK139 mit BstEII und BglII verdaut, dephosphoyliert, Phenol/Chloroform extrahiert, mit Ethanol präzipitiert, elektrophoretisch aufgetrennt und das 5.8 kb umfassende Fragment elektroeluiert. pXC1 wurde ebenfalls mit BstEII und BglII verdaut, elektrophoretisch aufgetrennt und das 1.4 kb umfassende Fragment elektroeluiert. Nach Ligation und Transformation wurde DNA aus 4 Plasmidklonen sequenziert; zwei davon enthielten die korrekte Sequenz bei bp 2613. Isolat Nummer 2 wurde komplett sequenziert und wird im nachfolgenden mit **STK146** bezeichnet.

d) Sequenzanalyse von STK146

[0083] 500 ng STK146 #2 wurden mit 10 pmol der folgenden Sequenzprimer unter Standardbedingungen sequenziert:

Primer 28231 Ad5 nt. 901-920 (Seq. Nr. 11)

28232 Ad5 nt. 1301-1320 (Seq. Nr. 12)

28233 Ad5 nt. 1701-1720 (Seq. Nr. 13)

25

28234 Ad5 nt. 2100-2119 (Seq. Nr. 14)

28235 Ad5 nt. 2500-2519 (Seq. Nr. 15)

28236 Ad5 nt. 2853-2872 (Seq. Nr. 16)

28237 Ad5 nt. 3249-3268 (Seq. Nr. 17)

40

2. Kultivierung von primären Amniozyten und Zelllinien

[0084] Alle Zellkulturreagenzien, Medien und Seren wurden von der Firma GIBCO Life Technologies bezogen. Die Zelllinie 293, die in einigen Experimenten als Kontrolle diente, wurde in modifiziertem Eagles Medium (MEM) mit 10% fötalem Kälberserum (FCS), 1x Penicillin/Streptomycin bei 37°C (100x, Cat# 10378-016), 95% Luftfeuchtigkeit und 5% CO₂ kultiviert. Für die Herstellung der neuen E1-transformierten Zelllinien wurden primäre fötale Zellen, die im Rahmen der Pränataldiagnostik aus Fruchtwasser durch Amniozentese gewonnen worden waren, verwendet. Nach der Punktion wurden die Zellen, Routinemethoden folgend, in Plastikkulturflaschen ausgesät und in Ham's F10-Medium (Nutrient Mixture Ham's F10 mit L-Glutamin, Cat# 31550-023), 10 % FCS, 2% Ultrosor® G, 1x Antibiotika/Antimykotika Lösung (100x, Cat# 15245-012), 2.5 µg/ml Fungizone® (Amphotericin B, Cat# 15290-018), kultiviert. Ein Teil der Zellen wurde am Boden der Zellkulturflasche adhärent und proliferiert. Nach etwa 2 Wochen waren ausreichend Zellen für eine Chromosomenanalyse vorhanden. Nach Feststellung des Karyotyps wurden Amniozytenkulturen mit numerisch und strukturell unauffälligen Chromosomen für die Herstellung der Zelllinie verwendet. In verschiedenen Experimenten wurden Zellen von drei verschiedenen Quellen verwendet, deren Entnahme durch Amniozentese entweder 3, 6 bzw. 7 Wochen zurücklag. Als Nährmedium wurde Ham's F10-Medium, 10% FCS 2% Ultrosor®Cr, 1x Antibiotika/Antimykotika-Lösung, 2.5 µg/ml Fungizone® verwendet. Die Kulturbedingungen waren 37°C, 95 % Luftfeuchtigkeit und 5% CO₂. Sieben Tage nach Transfektion wurden die Amniozyten in Ham's F-10-Medium, 10% FCS, 1x Penicillin/Streptomycin weiterkultiviert. Nach der Entstehung von Einzelzellklonen wurden diese auf neue Schalen

übertragen und in alpha-MEM mit 10% FCS, 1x Penicillin/Streptomycin weiterkultiviert.

3. Transfektion und Transformation von Amniozyten

5 [0085] Für die Transfektion wurden die Amniozyten auf Zellkulturschalen (Durchmesser 60 mm, Oberfläche 22.1 cm²) mit einer Dichte von 2 - 5 x 10⁵ pro Schale ausgesät und am darauffolgenden Tag transfiziert. Für die Transfektion wurde 20 µg Plasmid STK146 mit Scal verdaut, mit Phenol/Chloroform extrahiert, mit Ethanol präzipitiert und in 20 µl TE aufgenommen, was eine DNA-Konzentration von 0.5 µg/µl ergab. In ersten Experimenten wurden je 5 Schalen Amniozyten 3 bzw. 7 Wochen nach Entnahme mit dem Effectene Transfektionskit nach Angaben des Herstellers

10 (Qiagen) wie folgt transfiziert:

[0086] 4 µl STK146, verdaut mit Scal, wurden mit 146 µl EC Puffer gemischt. Nach Zugabe von 8 µl Enhancer wurde die Lösung kurz gevortext und 5 Minuten bei Raumtemperatur inkubiert. Danach wurden 25 µl Effectene zugegeben, 10 Sekunden gevortext und weitere 10 Minuten bei Raumtemperatur inkubiert. Währenddessen wurde das Medium von den Zellen vorsichtig abgesaugt und durch 4 ml frisches Nährmedium (siehe oben Punkt 2.) ersetzt. Nach abgeschlossener Inkubation wurde der Transfektionsansatz mit 1 ml frischem Nährmedium gemischt und vorsichtig auf die

15 Zellen getropft. Die Zellen wurden weiter wie oben beschrieben kultiviert. Sieben Tage nach der Transfektion wurden die Zellen je einer Schale auf eine größere Schale (Durchmesser 150 mm, Oberfläche 147.8 cm²) übertragen. Dazu wurde das Medium vorsichtig abgesaugt, die Zellen mit PBS gewaschen, in Trypsin abgelöst und auf eine neue Schale übertragen und wie unter Punkt 2. beschrieben weiterkultiviert. 18 bis 22 Tage nach der Transfektion waren deutlich

20 klonale Zellinseln zu beobachten, die sich morphologisch deutlich von den Amnionzellen unterschieden (Abb. 2A, 2B). Der Hauptanteil in einer nicht-transformierten Amniozytenkultur besteht aus größeren Zellen, die in ihrem Wachstum Kontaktinhibition zeigen. Zellen in transformierten Einzelzellkolonien sind sehr viel kleiner, wachsen viel schneller und sind in ihrer Vermehrung nicht kontaktinhibiert. Sie wachsen als Zellinseln, bestehend aus dicht gedrängten, kleineren Zellen und sind lichtmikroskopisch eindeutig und ohne Schwierigkeiten zu identifizieren. Diese Zellinseln wurden ge-

25 pickt und auf eine neue Schale (Durchmesser 60 mm) mit oben beschriebenem Medium übertragen. Nach weiterer Vermehrung wurden die Zelllinien auf 147.8 cm² Zellkulturschalen übertragen und wie unter 2. beschrieben weiterkultiviert. Nach der ersten Übertragung auf 147.8 cm² Zellkulturschalen wurden die Passagen der Zellen gezählt. Anfänglich wurden ca. 40 Zellklone von den Zellen, die 3 bzw. 7 Wochen nach Entnahme transfiziert worden waren, weiter-

30 kultiviert. Im weiteren Verlauf, d.h. durch längeres Kultivieren, änderten einige der Zellklone ihre Morphologie drastisch und verhielten sich in ihrem Wachstum instabil. Die weiteren Experimente wurden auf die Weiterkultivierung und Analyse von acht morphologisch stabilen Zelllinien beschränkt. Diese wurden wie folgt bezeichnet: GS.A55 (entstanden aus Amniozyten transfiziert 3 Wochen nach Entnahme), GS.N21, GS.N24, GS.N27, GS.N49, GS.N51, GS.N52, GS.N53 (entstanden aus Amniozyten transfiziert sieben Wochen nach Entnahme).

[0087] Während der ersten Passagen zeigten alle Zellklone eine vergleichbare Morphologie, die sich durch weiteres

35 Passagieren jedoch veränderte. So veränderten sich z. B. einige Zellklone dahin, daß sie eine stark abgerundete Form annahmen und nach weiteren Passagen nicht mehr adhärent waren. Andere Zellklone zeigten eine starke Vakuolisierung, die jedoch keinen Einfluß auf ihr Wachstum zu haben schien. Nach der Einzelzellklonierung zeigten alle Zelllinien eine einheitliche Morphologie und z.B. N52. EG und N52. F4 zeigten epitheliales Aussehen. Sie waren in ihrer Wachstumsrate und Zelldichte mit 293-Zellen zu vergleichen.

4. Effizienz der Transformation

[0088] Um die Effizienz der Transformation durch die E1-Funktionen genauer zu bestimmen, wurden in einem weiteren Ansatz erneut sieben Schalen mit je 2-5 x 10⁵ Zellen wie unter Punkt 3. beschrieben transfiziert. Bereits 24

45 Stunden nach Transfektion wurden die Zellen auf 147.8 cm² große Schalen übertragen und für 5 Tage in Ham's F-10-Medium, 10 % fötales Kälberserum, 2% Ultrosor® G, 1 x Antibiotika/Antimykotika Lösung, 2.5µg/ml Fungizone und weitere 25 Tage in Ham's Medium, 10 % fötales Kälberserum, 1 x Penicillin/Streptomycin-Lösung weiterkultiviert. Als Kontrolle wurde eine Schale mit nichttransfizierten Zellen unter denselben Bedingungen kultiviert. Während dieser Zeit wurden die morphologisch deutlich unterscheidbaren (siehe Fig. 2A, B) Kolonien, die aus einzelnen Transforma-

50 tionserreignissen entstanden waren, ausgezählt. Auf allen Zellkulturschalen mit Ausnahme der untransfizierten Kontrollschale konnten Einzelzellklone gezählt werden. Im Durchschnitt ergaben sich 4 Zellklone pro Platte, was einer Transformationseffizienz von 1 in 0.5-1 x 10⁵ Zellen entsprach.

5. Einzelzellklonierung

55 [0089] Wie bereits erwähnt verhielten sich die Zelllinien morphologisch teilweise unterschiedlich, weshalb von jeder Zelllinie bis zu zehn Einzel-Zelllinien angelegt wurden. Dabei befanden sich die einzelnen Zelllinien in verschiedenen Passagen: GS.A55: P17, GS.N21: P24, GS.N24: P20, GS.N27: P19, GS.N49: P21, GS.N51: P39, GS.N52: P22, GS.

5 N53: P20. Dazu wurden die Zellen von den Zellkulturschalen abgelöst und bei einer Konzentration von 5×10^6 Zellen/ml 1:1000, 1:50.000 und 1:500.000 in Nährmedium verdünnt. Von allen Verdünnungen wurden 100 µl Zellen auf 96 well-Platten ausgesät und diejenigen Zellklone, die eindeutig aus Einzelzellen entstanden waren weiterkultiviert. In Fig. 2C ist die Zelllinie GS.N52.E6 (DMSZ-Nr.) gezeigt, Fig. 2D zeigt Zelllinie GS.N52.F4; beide Zellklone stammen von der ursprünglichen Zelllinie GS.N52 ab.

6. Charakterisierung der E1-Zelllinien

a) Southern Blot-Analysen

10

[0090] Um den Integrationsstatus der E1-Region in den Zelllinien zu untersuchen, wurden Southern Blot-Analysen durchgeführt. Dazu wurde genomische DNA aus allen acht E1-Amnionklonen (siehe Punkt 5.) isoliert, je 5 µg wurden mit EcoRV verdaut, elektrophoretisch aufgetrennt und auf eine Nylonmembran übertragen. EcoRV schneidet einmal in der E1-Expressionskassette. Die Hybridisierung mit radioaktiv markierter STK146-DNA bestätigte die Integration von 1-2 Kopien STK146 in allen Klonen. Fig. 3 zeigt das Integrationsmuster in den E1-Zellklonen. Bei allen Klonen sind hauptsächlich zwei hochmolekulare Banden zu erkennen, was auf die Integration einer einzelnen Kopie hindeutet. Die Zellklone GS.N24 und GS.N52 zeigten zusätzlich je eine Bande mit stärkerer Intensität, was auf die Integration von Tandem-Kopien von STK146 hindeuten könnte. Bei keinem der Zellklone traten Banden auf, die kleiner als STK146, verdaut mit Scal und EcoRV waren, was darauf schließen liess, dass alle Integrate vollständig und nicht deletiert vorlagen.

20

b) Erzeugung rekombinanter Adenoviren

[0091] Nach der Einzelzellklonierung wurden die Zellklone im Hinblick auf ihr Vermögen, rekombinantes Adenovirus zu erzeugen, getestet. Dazu wurden einmal 3-5 Einzelzellklone jeder Zelllinie in ca. 70% konfluenten 24 well-Platten mit ca. 5 moi (*multiplicity of infection*) Adβgal (rekombinanter adenoviraler Vektor der ersten Generation) infiziert. 48 Stunden nach Infektion wurden die Zellen durch dreimaliges Einfrieren und Auftauen lysiert und die Menge an entstandenem Adβgal durch Infektion von 293-Zellen und anschließendes Färben der Zellen (MacGregor et al., in: Gene Transfer and Expression Protocols, Murray Hrsg., Humana, Clifton, NJ, Bd. 7, S. 217-235, Jahr (1991)) zum Nachweis der β-Galaktosidase-Herstellung analysiert (Fig. 4). Diese Methode ergibt eine nur ungefähre Herstellung an rekombinantem Adenovirus, da sich die Zellzahlen und daher die verwendete Virusmenge bei den unterschiedlichen Zellklonen aufgrund ihrer Größe und Wachstumsgeschwindigkeit unterscheiden können. Die Zellklone, die in diesem ersten Test die größte Ausbeute ergaben, wurden in einem weiteren Experiment genauer analysiert. Dazu wurden auf 3 Schalen (Durchmesser 100 mm, Oberfläche 60 cm²) ca. 3×10^7 Zellen ausgesät. Am darauffolgenden Tag wurden die Zellen ausgezählt und anhand der ermittelten Zellzahl mit genau 5 moi Adβgal infiziert. 48 Stunden nach Infektion wurden die Zellen geerntet, durch dreimaliges Einfrieren und Auftauen lysiert und die erzeugte Menge an Adβgal durch Infektion von 293-Zellen und anschließendes Färben analysiert. Das Ergebnis ist in Fig. 4 dargestellt.

35

c) Transfektionseffizienz

40

[0092] Einige der klonierten Zelllinien wurden auf die Bildung von Plaques getestet. Dazu wurden ca. 70% konfluente Zellkulturschalen (Durchmesser 60 mm) mit 2 µg infektiösem Plasmid GS66 mit Hilfe der Kalziumphosphat-Methode transfiziert. Plasmid GS66 enthält das gesamte Adenovirusgenom mit einer Deletion in der E1-Region von Nukleotid 440 bis zu Nukleotid 3523. Die adenoviralen terminalen Wiederholungssequenzen (ITRs) sind in diesem Plasmid flankiert von Swal-Restriktionsschnittstellen, so dass nach Transfektion von Swal-verdaulichem Plasmid infektiöses Virus und Plaques entstehen können. Ca. 24 Stunden nach Transfektion wurden die Zellen mit ca. 10 ml MEM, 1% Agarose, 0.5x Penicillin/Streptomycin, 0.05% Hefeextrakt überschichtet. Nach ca. 1 Woche Inkubation bei 37°C, 95% Luftfeuchtigkeit, 5% CO₂ wurden Plaques sichtbar. Fig. 4 zeigt die Anzahl ausgezählter Plaques, gemittelt aus je 2 unabhängigen Transfektionen.

50

d) Expression der E1A- und E1B-Funktionen von Ad5

[0093] Die Expression der Ad5-E1A- und der E1B-21kD-Proteine in den klonierten Zelllinien wurde mit Hilfe von Western Blot-Analysen unter Verwendung von monoklonalen Antikörpern nachgewiesen.

55

[0094] Von einer Zellkulturschale (Durchmesser 10 cm) wurden die Zellen in PBS/1mM EDTA vorsichtig abgelöst, pelletiert und in 150 µl 50 mM Tris/HCL pH 8, 140 mM NaCl, 0.5% NP40, 4 mM EDTA, 2 mM EGTA, 0.5 mM PMSF, 5% Glycerin aufgenommen. Durch zusätzliches "Douncen" wurden die Zellen lysiert, 10 Minuten bei 13 000 Upm abzentrifugiert und die Proteinkonzentration im Überstand mit Hilfe eines Proteinbestimmungskits (BIORAD, Microas-

say Procedure) bestimmt. Auf einem 12%-igen SDS-Polyacrylamidgel wurden 10 µg Protein aufgetrennt, auf eine Nitrozellulosemembran (Hybond ECL, Amersham Pharmacia Biotech) transferiert und mit einem anti-E1A- bzw. anti-E1B-21kD-Antikörper (Calbiochem, Verdünnung 1:300) inkubiert. Am darauffolgenden Tag wurde der Blot gewaschen und mit einem zweiten anti-Maus-Antikörper (E1A) bzw. anti-Ratte-Antikörper (E1B), an den Meerrettichperoxidase gekoppelt war, hybridisiert. Die Reaktion der Meerrettichperoxidase wurde durch Inkubation gleicher Volumina an "Enhance-Lösung" 1 und 2 (ECL, Amersham Pharmacia Biotech) gestartet und die sich dadurch entwickelnde photochemische Reaktion durch kurze Exposition eines Röntgenfilms sichtbar gemacht. Fig. 5 zeigt das Ergebnis einer Western Blot-Analyse.

e) Zeitverlauf der Synthese rekombinanter adenoviraler Vektoren der ersten Generation und adenoviraler Vektoren mit großer DNA-Kapazität

[0095] Zwei klonierte Zelllinien, N52.E6 und N52.F4, zeigten in den oben beschriebenen Experimenten die höchste Ausbeute an rekombinanten adenoviralen Vektoren der ersten Generation. Für die optimale Herstellung von adenoviralen Vektoren sind weitere Kenntnisse über den Zeitverlauf wichtig, insbesondere dann, wenn diese Zellen auf Suspensionskulturen adaptiert werden und eine erfolgreiche Infektion nicht anhand eines zytopathischen Effektes verfolgt werden kann. Für diese Analyse wurden mehrere Schalen (Durchmesser 6 cm) mit je 3×10^6 Zellen mit 5 moi Adβgal infiziert und zu den angegebenen Zeitpunkten nach Infektion geerntet. Die Ausbeute an rekombinatem Adenovirus wurde wieder durch Infektion von 293-Zellen, Färbung und Auszählen blauer Zellen ermittelt (Fig. 6 A).

[0096] Zukünftig ist vorgesehen, die neuen Zelllinien auch für die Herstellung adenoviraler Vektoren mit großer DNA-Kapazität zu verwenden (siehe oben). Für die Herstellung dieser adenoviralen Vektoren werden Helferviren benötigt, die die deletierten Funktionen und Proteine für einen lytischen Infektionszyklus in *trans* zur Verfügung stellen. Das Verpackungssignal dieser Helferviren wird mit Hilfe von loxP-Erkennungssequenzen und der Cre-Rekombinase, welche von der Zelllinie exprimiert wird, bei Infektion entfernt. In zukünftigen Experimenten sollen daher die neuen E1-transformierten Zelllinien mit einem Cre-exprimierenden Plasmid transfiziert und die Rekombinase stabil exprimiert werden.

[0097] In vorläufigen Experimenten wurde getestet, ob die neuen E1-Amniozyten auch in der Lage sind, adenovirale Vektoren mit großer DNA-Kapazität zu erzeugen und ob die Produktionskinetik und die Menge an produzierten Vektoren der entspricht, die mit bereits existierenden Cre-exprimierenden 293-Zellen erreicht wird. Dazu wurden mehrere Schalen mit je 3×10^6 Zellen der Zelllinien N52.E6 und N52.F4 mit 5 moi loxP-Helfervirus und 10 moi AdGS46 (β-gal exprimierender adenoviraler Vektor mit großer DNA-Kapazität) infiziert und zu den angegebenen Zeitpunkten nach Infektion geerntet. Die Ausbeute an β-gal exprimierendem adenoviralem Vektor mit großer DNA-Kapazität wurde wieder durch Infektion von 293-Zellen, Färbung und Auszählen blauer Zellen ermittelt (Fig. 6B). Die Menge der in den Amniozyten synthetisierten adenoviralen Vektoren mit großer DNA-Kapazität entspricht der, die auch in Cre-exprimierenden 293-Zellen erzeugt wird (Daten nicht gezeigt).

SEQUENZPROTOKOLL

[0098]

<110> Kochanek, S.

<120> Permanente Amniozyten-Zelllinie, ihre Herstellung und Verwendung zur Herstellung von Gentransfervektoren

<160> 18

<170> Word 6.0, PC-DOS/MS-DOS

<210> 1

<211> 513

<212> DNA

<213> Mus sp.

<223> Phosphoglycerat-Kinase-Promoter

<400> 1

1 gaattctacc gggtagggga ggcgcttttc ccaaggcagt ctggagcatg
 5 51 cgcttttagca gccccgctgg cacttggcgc tacacaagtg gcctctggcc
 101 tcgcacacat tccacatcca ccggtaggcg ccaaccggct ccgttctttg
 151 gtggcccctt cgcgccacct tctactcctc ccctagtcag gaagttcccc
 10 201 cccgccccgc agctcgcgtc gtgcaggacg tgacaaatgg aagtagcacg
 251 tctcactagt ctcgtgcaga tggacagcac cgctgagcaa tggaagcggg
 15 301 taggcctttg gggcagcggc caatagcagc tttgctcctt cgctttctgg
 351 gctcagaggc tgggaagggg tgggtccggg ggcgggctca ggggcgggct
 20 401 caggggcggg gcgggcgccc gaaggtcctc cggaggcccg gcattctcgc

25 451 acgcttcaaa agcgcacgtc tgccgcgctg ttctcctctt cctcatctcc
 501 gggcctttcg acc

30 <210> 2
 <211> 337
 <212> DNA
 <213> Humanes Adenovirus Typ 5
 35 <223> Basenpaare 505-841
 <400> 2

40 1 gagtgccagc gagtagagtt ttctcctccg agccgctccg acaccgggac
 51 tgaaaatgag acatattatc tgccacggag gtgttattac cgaagaaatg
 101 gccgccagtc ttttggacca gctgatcgaa gaggtactgg ctgataatct
 45 151 tccacctcct agccattttg aaccacctac ccttcacgaa ctgtatgatt
 201 tagacgtgac ggcccccgaa gatcccaacg aggaggcggg ttgcgagatt
 50 251 tttcccgact ctgtaatgtt ggcggtgcag gaagggattg acttactcac
 301 ttttccgccg gcgcccgggt ctccggagcc gcctcac

55 <210> 3
 <211> 29
 <212> DNA
 <213> künstliche Sequenz

EP 1 230 354 B1

<220>
<223> Oligonukleotid 27759 zur PCR-Amplifikation der Sequenz bp 505 - 841 des humanen Adenovirus Typ 5

<400> 3

5

atcgagtgcc agcgagtaga gttttctcc 29

10

<210> 4
<211> 22
<212> DNA
<213> künstliche Sequenz

15

<220>
<223> Oligonukleotid 27634 zur PCR-Amplifikation der Sequenz bp 505 - 841 des humanen Adenovirus Typ 5

<400> 4

20

gtgaggcggc tccggagaac cg 22

25

<210> 5
<211> 216
<212> DNA
<213> Humanes Adenovirus Typ 5
<223> Basenpaare 3328-3522

30

<400> 5

1 ctcgcggatc cagatctgga aggtgctgag gtacgatgag acccgcacca

35

51 ggtgcagacc ctgcgagtgt ggcggtaaac atattaggaa ccagcctgtg

101 atgctggatg tgaccgagga gctgaggccc gatcacttgg tgctggcctg

151 caccgcgct gagtttggct ctagcgatga agatacagat tgaggtactg

40

201 aaatggaatt ccggtc

45

<210> 6
<211> 32
<212> DNA
<213> künstliche Sequenz
<220>
<223> Oligonukleotid 27635 zur PCR-Amplifikation der Sequenz bp 3328 - 3521 des humanen Adenovirus Typ 5

50

<400> 6

gacgcccaatt ccatttcagt acctcaatct gt 32

55

<210> 7
<211> 31

<212> DNA

<213> künstliche Sequenz

<220>

<223> Oligonukleotid 27636 zur PCR-Amplifikation der Sequenz bp 3328 - 3521 des humanen Adenovirus Typ 5

<400> 7

ctcgcgqatc cagatctgga aggtgctgag g

31

<210> 8

<211> 782

<212> DNA

<213> Simian virus 40

<223> 3'-Spleiß- und Polyadenylierungssignal von SV40 aus Plasmid pGL2basic, entsprechend bp 1978-2749, Genbank X65323

<400> 8

1 cgactqaatt caatttttaa gtgtataatg tgttaaacta ctgattctaa

51 ttgtttgtgt atttttagatt ccaacctatg gaactgatga atgggagcag

101 tgggtggaatg cctttaatga ggaaaacctg ttttgctcag aagaaatgcc

151 atctaqtgat gatgaaggcta ctgctgactc tcaacattct actcctccaa

201 aaaagaagaq aaagqtaqaa gaccccaagg actttccttc agaattgcta

251 agtttttttga qtcattgctgt gtttagtaat agaactcttg cttgctttgc

301 tatttacacc acaaaggaaa aagctgcact gctatacaag aaaattatgg

351 aaaaatattc tctaaccttt ataagtaggc ataacagtta taatcataac

401 atactgtttt ttcttactcc acacagqcat agagtgtctg ctattaataa

451 ctatgctcaa aaattgtgta cctttagctt ttttaatttgt aaaggggtta

501 ataaggaata tttgatgtat agtgccttga ctagagatca taatcagcca

551 taccacattt gtagaggttt tacttgcttt aaaaaacctc ccacacctcc

601 ccctgaacct gaaacataaa atgaatgcaa ttgttgttgt taacttgttt

651 attgcagctt ataatggtta caaataaagc aatagcatca caaatttcac

701 aaataaagca tttttttcac tgcattctag ttgtggtttg tccaaactca

751 tcaatgtatc ttatcatgtc tggatccgtc ga

5	<div><210> 9 <211> 32 <212> DNA <213> künstliche Sequenz <220> <223> Oligonukleotid 27637 zur PCR-Amplifikation der Sequenz bp 1978 - 2748 des Plasmids pGL2basic</div>	
	<400> 9	
10	cgactgaatt caatttttaa gtgtataatg tg	32
15	<div><210> 10 <211> 27 <212> DNA <213> künstliche Sequenz <220> <223> Oligonukleotid 27638 zur PCR-Amplifikation der Sequenz bp 1978 - 2748 des Plasmids pGL2basic</div>	
20	<400> 10	
25	tcgacggatc cagacatgat aagatac	27
30	<div><210> 11 <211> 20 <212> DNA <213> künstliche Sequenz <220> <223> Oligonukleotid 28231 (bp 901-920 des humanen Adenovirus Typ 5) zur Sequenzbestimmung des Plasmids STK146</div>	
35	<400> 11	
40	ccttgtaccg gaggtgatcg	20
45	<div><210> 12 <211> 20 <212> DNA <213> künstliche Sequenz <220> <223> Oligonukleotid 28232 (bp 1301-1320 des humanen Adenovirus Typ 5) zur Sequenzbestimmung des Plasmids STK146</div>	
50	<400> 12	
55	tggcgctgc tatkctgaga	20
	<210> 13	

	<211> 20	
	<212> DNA	
	<213> künstliche Sequenz	
	<220>	
5	<223> Oligonukleotid 28233 (bp 1701-1720 des humanen Adenovirus Typ 5) zur Sequenzbestimmung des Plas-	
	mids STK146	
	<400> 13	
10	tacatctgac ctcattggagg	20
	<210> 14	
15	<211> 20	
	<212> DNA	
	<213> künstliche Sequenz	
	<220>	
20	<223> Oligonukleotid 28234 (bp 2100-2119 des humanen Adenovirus Typ 5) zur Sequenzbestimmung des Plas-	
	mids STK146	
	<400> 14	
25	caagaatcgc ctgctactgt	20
	<210> 15	
	<211> 20	
30	<212> DNA	
	<213> künstliche Sequenz	
	<220>	
	<223> Oligonukleotid 28235 (bp 2500-2519 des humanen Adenovirus Typ 5) zur Sequenzbestimmung des Plas-	
	mids STK146	
35	<400> 15	
40	ggctgcagcc aggggatgat	20
	<210> 16	
	<211> 20	
	<212> DNA	
45	<213> künstliche Sequenz	
	<220>	
	<223> Oligonukleotid 28236 (bp 2853-2972 des humanen Adenovirus Typ 5) zur Sequenzbestimmung des Plas-	
	mids STK146	
50	<400> 16	
	agggttcggg gctgtgcctt	20
55	<210> 17	
	<211> 20	
	<212> DNA	

EP 1 230 354 B1

<213> künstliche Sequenz

<220>

<223> Oligonukleotid 28237 (bp 2853-2872 des humanen Adenovirus Typ 5) zur Sequenzbestimmung des Plasmids STK146

5

<400> 17

10

cctgaacggg gtgtttgaca

20

15

<210> 18

<211> 7090

<212> DNA

<213> künstliche Sequenz

<220>

<223> Plasmid STK146

20

<400> 18

25

30

35

40

45

50

55

1 gtggcacttt tcggggaaat gtgcgcggaa cccctatttg tttatttttc
51 taaatacatt caaatatgta tccgctcatg agacaataac cctgataaat
101 gcttcaataa tattgaaaaa ggaagagtat gagtattcaa catttccgtg
151 tcgcccttat tccctttttt gcggcatttt gccttcctgt ttttgctcac
201 ccagaaacgc tggtgaaagt aaaagatgct gaagatcagt tgggtgcacg
251 agtgggttac atcgaactgg atctcaacag cggtaagatc cttgagagtt
301 ttcgccccga agaacgtttt ccaatgatga gcacttttaa agttctgcta
351 tgtggcgcggt tattatcccg tattgacgcc gggcaagagc aactcggtcg
401 ccgcatacac tattctcaga atgacttggt tgagtactca ccagtcacag
451 aaaagcatct tacggatggc atgacagtaa gagaattatg cagtgctgcc
501 ataaccatga gtgataacac tgccggccaac ttacttctga caacgatcgg
551 aggaccgaag gagctaaccg ctttttttgca caacatgggg gatcatgtaa

601 ctcgccttga tcgttgggaa ccggagctga atgaagccat accaaacgac
 5 651 gagcgtgaca ccacgatgcc tgtagcaatg gcaacaacgt tgcgcaaact
 701 attaaactggc gaactactta ctctagcttc ccggcaacaa ttaatagact
 751 ggatggaggc ggataaagtt gcaggaccac ttctgcgctc ggcccttccg
 10 801 gctggctggt ttattgctga taaatctgga gccggtgagc gtgggtctcg
 851 cggtatcatt gcagcactgg ggccagatgg taagccctcc cgtatcgtag
 15 901 ttatctacac gacggggagt caggcaacta tggatgaacg aaatagacag
 951 atcgctgaga taggtgcctc actgattaag cattggtaac tgtcagacca
 1001 agtttactca tatatacttt agattgattt aaaacttcat ttttaattta
 20 1051 aaaggatcta ggtgaagatc ctttttgata atctcatgac caaatccct
 1101 taacgtgagt tttcgttcca ctgagcgtca gaccccgtag aaaagatcaa
 25 1151 aggatcttct tgagatcctt tttttctgcg cgtaatctgc tgcttgcaaa
 1201 caaaaaaacc accgctacca gcggtggttt gtttgccgga tcaagagcta
 1251 ccaactcttt ttccgaaggt aactggcttc agcagagcgc agataccaaa
 30 1301 tactgtcctt ctagtgtagc cgtagttagg ccaccacttc aagaactctg
 1351 tagcaccgcc tacatacctc gctctgctaa tcctgttacc agtggctgct
 35 1401 gccagtggcg ataagtcgtg tcttaccggg ttggactcaa gacgatagtt
 1451 accggataag gcgcagcggg cgggctgaac ggggggttcg tgcacacagc
 1501 ccagcttgga gcgaacgacc tacaccgaac tgagatacct acagcgtgag
 40 1551 ctatgagaaa gcgccacgct tcccgaaggg agaaaggcgg acaggtatcc
 1601 ggtaagcggc agggtcggaa caggagagcg cacgaggag cttccagggg
 45 1651 gaaacgcctg gtatctttat agtcctgtcg ggtttcgcca cctctgactt
 1701 gagcgtcgat ttttgtgatg ctcgtcaggg gggcggagcc tatggaaaaa
 1751 cgccagcaac gcggcctttt tacggttcct ggcccttttc tggccttttg
 50 1801 ctcacatggt ctttcctgcg ttatcccctg attctgtgga taaccgtatt
 1851 accgcctttg agtgagctga taccgctcgc cgcagccgaa cgaccgagcg
 55 1901 cagcgagtca gtgagcgagg aagcggaaga gcgcccaata cgcaaaccgc

1951 ctctccccgc gcgttgccg attcattaat gcagctggca cgacaggttt
 2001 cccgactgga aagcgggcag tgagcgcaac gcaattaatg tgagttagct
 5 2051 cactcattag gcaccccagg ctttacactt tatgcttccg gctcgtatgt
 2101 tgtgtggaat tgtgagcgga taacaatttc acacaggaaa cagctatgac
 10 2151 catgattacg ccaagcgcgc aattaaccct cactaaaggg aaaaaagct
 2201 gggtagccggg cccccctcg aggtcatcga attctaccgg gtaggggagg
 2251 cgcttttccc aaggcagtct ggagcatgcg ctttagcagc cccgctggca
 15 2301 cttggcgcta cacaagtggc ctctggcctc gcacacattc cacatccacc
 2351 ggtaggcgcc aaccggctcc gttctttggg ggcccttcg cgccacctc
 20 2401 tactcctccc ctagtcagga agttcccccc cgccccgcag ctgcgctcgt
 2451 gcaggacgtg acaaatggaa gtagcacgtc tcaactagtct cgtgcagatg
 25 2501 gacagcaccg ctgagcaatg gaagcgggta ggcctttggg gcagcggcca
 2551 atagcagctt tgctccttcg ctttctgggc tcagaggctg ggaaggggtg
 2601 ggtccggggg cgggctcagg ggcgggctca ggggcggggc gggcgcccga
 30 2651 aggtcctccg gaggcccggc attctcgcac gcttcaaaag cgcacgtctg
 2701 ccgcgctggt ctctcttcc tcctctccgg gcctttcgac cagcttgata
 35 2751 tcgagtgcc a gcgagtagag tttctctctc cgagccgctc cgacaccggg
 2801 actgaaaatg agacatatta tctgccacgg aggtgttatt accgaagaaa
 2851 tggccgcccag tcttttgac cagctgatcg aagaggtact ggctgataat
 40 2901 cttccacctc ctagccattt tgaaccacct acccttcacg aactgtatga
 2951 tttagacgtg acggcccccg aagatcccaa cgaggaggcg gtttcgcaga
 45 3001 tttttcccga ctctgtaatg ttggcggtgc aggaagggat tgacttactc
 3051 acttttccgc cggcgccccg ttctccggag ccgcctcacc tttcccgga
 3101 gcccgagcag ccggagcaga gagccttggg tccggtttct atgccaaacc
 50 3151 ttgtaccgga ggtgatcgat cttacctgcc acgaggctgg ctttccacc
 3201 agtgacgacg aggatgaaga gggtagaggag tttgtgttag attatgtgga
 55 3251 gcaccccggg cacggttgca ggtcttgta ttatcacggg aggaatacgg

EP 1 230 354 B1

3301 gggacccaga tattatgtgt tcgctttgct atatgaggac ctgtggcatg
3351 tttgtctaca gtaagtgaag attatgggca gtgggtgata gagtgggtggg
5 3401 tttgggtgtg taattttttt ttttaattttt acagttttgt ggtttaaaga
3451 attttgtatt gtgatttttt taaaagggtcc tgtgtctgaa cctgagcctg
10 3501 agcccagagc agaaccggag cctgcaagac ctacccgccg tcctaaaatg
3551 gcgcctgcta tcctgagacg cccgacatca cctgtgtcta gagaatgcaa
15 3601 tagtagtacg gatagctgtg actccgggtcc ttctaacaca cctcctgaga
3651 tacacccggg ggtcccgtg tgccccatta aaccagttgc cgtgagagtt
3701 ggtgggctgc gccaggctgt ggaatgtatc gaggacttgc ttaacgagcc
20 3751 tgggcaacct ttggacttga gctgtaaagc cccaggcca taagggtgaa
3801 acctgtgatt gcgtgtgtgg ttaacgcctt tgtttgctga atgagttgat
25 3851 gtaagtttaa taaagggtga gataatgttt aacttgcagc gcgtgttaaa
3901 tggggcgggg cttaaagggt atataatgcg ccgtgggcta atcttggtta
3951 catctgacct catggaggct tgggagtggt tggaagattt ttctgctgtg
30 4001 cgtaacttgc tggaacagag ctctaacagt acctcttggt tttggagggt
4051 tctgtggggc tcatcccagg caaagttagt ctgcagaatt aaggaggatt
35 4101 acaagtggga atttgaagag cttttgaaat cctgtgggtga gctgtttgat
4151 tctttgaatc tgggtcacca ggcgcttttc caagagaagg tcatcaagac
4201 tttggatttt tccacaccgg ggcgcgtgct ggctgctgtt gcttttttga
40 4251 gttttataaa ggataaatgg agcgaagaaa cccatctgag cgggggggtac
4301 ctgctggatt ttctggccat gcatctgtgg agagcggttg tgagacacaa
45 4351 gaatcgctg ctactgttgt cttccgtccg cccggcgata ataccgacgg
4401 aggagcagca gcagcagcag gaggaagcca ggcggcggtg gcaggagcag
4451 agcccatgga acccgagagc cggcctggac cctcgggaat gaatgttgta
50 4501 caggtggctg aactgtatcc agaactgaga cgcattttga caattacaga
4551 ggatgggcag gggctaaagg gggtaaagag ggagcggggg gcttgtgagg
55 4601 ctacagagga ggctaggaat ctagctttta gcttaatgac cagacaccgt

4651 cctgagtgtgta ttactttttca acagatcaag gataattgcg ctaatgagct
 4701 tgatctgctg gcgcagaagt attccataga gcagctgacc acttactggc
 5 4751 tgcagccagg ggatgatttt gaggaggcta ttaggggtata tgcaaagggtg
 4801 gcacttaggc cagattgcaa gtacaagatc agcaaacttg taaatatcag
 10 4851 gaattgttgc tacatttctg ggaacggggc cgagggtggag atagatacgg
 4901 aggatagggt ggcctttaga tgtagcatga taaatatgtg gccggggggtg
 4951 cttggcatgg acgggggtgggt tattatgaat gtaaggttta ctggcccca
 15 5001 ttttagcgggt acggttttcc tggccaatac caaccttate ctacacgggtg
 5051 taagcttcta tgggtttaac aatacctgtg tggaagcctg gaccgatgta
 20 5101 agggttcggg gctgtgcctt ttactgctgc tggaaggggg tggtgtgtcg
 5151 ccccaaaagc agggcttcaa ttaagaaatg cctctttgaa aggtgtacct
 25 5201 tgggtatcct gtctgagggt aactccaggg tgcgccacaa tgtggcctcc
 5251 gactgtgggt gcttcatgct agtgaaaagc gtggctgtga ttaagcataa
 5301 catggtatgt ggcaactgcg aggacagggc ctctcagatg ctgacctgct
 30 5351 cggacggcaa ctgtcacctg ctgaagacca ttcacgtagc cagccactct
 5401 cgcaaggcct ggccagtgtt tgagcataac atactgacct gctgttcctt
 35 5451 gcatttgggt aacaggaggg ggggtgttctt accttaccaa tgcaatttga
 5501 gtcacactaa gatattgctt gagcccgaga gcatgtccaa ggtgaacctg
 5551 aacgggggtg ttgacatgac catgaagatc tggaagggtg tgaggtagca
 40 5601 tgagaccgcg accagggtgca gaccctgcga gtgtggcgggt aaacatatta
 5651 ggaaccagcc tgtgatgctg gatgtgacct aggagctgag gcccgatcac
 45 5701 ttgggtgctg cctgcacctg cgctgagttt ggctctagcg atgaagatac
 5751 agattgaggt actgaaatgg aattcctcta gtgatgatga ggctactgct
 5801 gactctcaac attctactcc tccaaaaaag aagagaaagg tagaagacct
 50 5851 caaggacttt ccttcagaat tgctaagttt tttgagtcac gctgtgttta
 5901 gtaatagaac tcttgcttgc tttgctatctt acaccacaaa ggaaaaagct
 55 5951 gcactgctat acaagaaaat tatggaaaaa tattctgtaa cttttataag

6001 taggcataac agttataatc ataacatact gtttttttctt actccacaca
 5 6051 ggcatagagt gtctgctatt aataactatg ctcaaaaatt gtgtaccttt
 6101 agcttttttaa tttgtaaagg ggttaataag gaatatattga tgtatagtgc
 6151 cttgactaga gatcataatc agccatacca catttgtaga ggtttttactt
 10 6201 gcttttaaaaa acctcccaca cctccccctg aacctgaaac ataaaatgaa
 6251 tgcaattggt gttgttaact tgtttattgc agcttataat ggttacaaat
 15 6301 aaagcaatag catcacaaat ttcacaaata aagcattttt ttcactgcat
 6351 tctagttgtg gtttgtccaa actcatcaat gtatcttata atgtctggat
 20 6401 ccactagttc tagagcggcc gccaccgcgg tggagctcca attcgcccta
 6451 tagtgagtcg tattacgcgc gctcactggc cgtcgtttta caacgtcgtg
 25 6501 actgggaaaa ccctggcggt acccaactta atcgccttgc agcacatccc
 6551 cctttcgcca gctggcgtaa tagcgaagag gcccgccaccg atcgcccttc
 6601 ccaacagttg cgcagcctga atggcgaatg ggacgcgccc tgtagcggcg
 30 6651 cattaagcgc ggcgggtgtg gtggttacgc gcagcgtgac cgctacactt
 6701 gccagcgcgc tagcgcccgc tcctttcgct ttcttccctt cctttctcgc
 35 6751 cacgttcgcc ggctttcccc gtcaagctct aaatcggggg ctccctttag
 6801 gggtccgatt tagtgcttta cggcacctcg accccaaaaa acttgattag
 40 6851 ggtgatggtt cacgtagtgg gccatcgccc tgatagacgg tttttcgccc
 6901 ttigacggtg gagtccacgt tctttaatag tggactcttg ttccaaactg
 45 6951 gaacaacact caaccctatc tcggtctatt cttttgattt ataagggatt
 7001 ttgccgattt cggcctattg gttaaaaaat gagctgattt aacaaaaatt
 50 7051 taacgcgaat ttaacaaaa tattaacgct tacaatttag

55

Patentansprüche

1. Permanente Amniozyten-Zelllinie, enthaltend mindestens eine Nukleinsäure, die die Expression der Genprodukte

der E1A- und E1B-Region von Adenovirus bewirkt.

2. Zelllinie nach Anspruch 1, wobei die mindestens eine Nukleinsäure weiterhin die Expression der Genprodukte der E2A-, E2B- und/oder E4-Region von Adenovirus und/oder der Cre-Rekombinase bewirkt.
- 5 3. Zelllinie nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Expression des Genprodukts der E1A-Region unter der Kontrolle eines konstitutiven Promoters, vorzugsweise des Phosphoglycerat-Kinase(PGK)-Promoters, steht.
- 10 4. Zelllinie nach einem der Ansprüche 1 - 3, wobei die Expression des/der Genprodukte der E1B-Region unter der Kontrolle eines adenoviralen Promoters, vorzugsweise des adenoviralen E1B-Promoters, steht.
- 5 5. Zelllinie nach einem der Ansprüche 1 - 4, wobei die adenoviralen Genprodukte vom humanen Adenovirus Typ 5 stammen.
- 15 6. Zelllinie nach einem der Ansprüche 1 - 5, wobei die Zelllinie eine humane Zelllinie ist.
7. Verfahren zur Herstellung einer permanenten Amniozyten-Zelllinie, **gekennzeichnet durch** das Transfizieren von Amniozyten mit mindestens einer Nukleinsäure, die die Expression der adenoviralen Genprodukte der E1A-Region und E 1B-Region bewirkt.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei primäre Amniozyten, insbesondere humane primäre Amniozyten, verwendet werden.
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei die genannte Nukleinsäure in Form eines Expressionsvektors verwendet wird.
- 30 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 - 9, wobei das Genprodukt der E1A-Region unter der Kontrolle eines konstitutiven Promoters, vorzugsweise des Phosphoglycerat-Kinase(PGK)-Promoters, und das/die Genprodukte der E1B-Region unter der Kontrolle eines adenoviralen Promoters, vorzugsweise des adenoviralen E1B-Promoters, exprimiert werden.
- 35 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 - 10, wobei durch Transfizieren der Amniozyten und/oder der erhaltenen Zelllinie zusätzlich die Expression der Genprodukte der E2A- und/oder E2B- und/oder E4-Region von Adenovirus und/oder der Cre-Rekombinase bewirkt wird.
- 40 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 - 11, wobei die adenoviralen Genprodukte vom humanen Adenovirus Typ 5 stammen.
13. Permanente Amniozyten-Zelllinie erhältlich gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 7 - 12.
- 40 14. Permanente Amniozyten-Zelllinie N52.E6 (DSM ACC2416).
15. Verwendung von Amniozyten zur Herstellung von Adenovirus-transformierten permanenten Amniozyten-Zelllinien.
- 45 16. Verwendung der adenoviralen Genprodukte der E1A- und E1B-Region zur Herstellung von permanenten Amniozyten-Zelllinien.
17. Verwendung einer permanenten Amniozyten-Zelllinie zur Herstellung von Gentransfervektoren und/oder Adenovirusmutanten.
- 50 18. Verwendung nach Anspruch 17 zur Herstellung von Adenovirusvektoren, AAV(Adeno-Assoziiertes Virus)-Vektoren, Retrovirusvektoren, Lentivirusvektoren, chimären Adenovirus-AAV-Vektoren, chimären Adenovirus-Retrovirus-Vektoren und/oder chimären Adenovirus-Lentivirus-Vektoren.
- 55 19. Verwendung nach Anspruch 18, wobei die Adenovirusvektoren Adenovirusvektoren der ersten Generation, Adenovirusvektoren der zweiten Generation, Adenovirusvektoren großer DNA-Kapazität und/oder deletierte Adenovirusvektoren sind.

20. Verwendung nach einem der Ansprüche 17 - 19 zur Herstellung von Tropismus-modifizierten Gentransfervektoren und/oder Tropismus-modifizierten Adenovirusmutanten.

5 21. Verwendung nach einem der Ansprüche 17 - 20, wobei die Amniozyten-Zelllinie wie in einem der Ansprüche 1 - 6, 13 oder 14 definiert ist.

22. Verfahren zur Herstellung von Gentransfervektoren und/oder Adenovirusmutanten, wobei eine permanente Amniozyten-Zelllinie verwendet wird.

10

Claims

1. A permanent amniocytic cell line comprising at least one nucleic acid which brings about expression of the gene products of the adenovirus E1A and E1B regions.

15

2. The cell line of claim 1, wherein the at least one nucleic acid also brings about the expression of the gene products of the adenovirus E2A, E2B and/or E4 regions and/or of Cre recombinase.

20 3. The cell line of claim 1 or 2, wherein the expression of the gene product of the E1A region is under the control of a constitutive promoter, preferably of the phosphoglycerate kinase (PGK) promoter.

4. The cell line of any of claims 1-3, wherein expression of the gene product(s) of the E1B region is under the control of an adenoviral promoter, preferably of the adenoviral E1B promoter.

25 5. The cell line of any of claims 1-4, wherein the adenoviral gene products are derived from human adenovirus type 5.

6. The cell line of any of claims 1-5, wherein the cell line is a human cell line.

30 7. A process for producing a permanent amniocytic cell line, **characterized by** the transfection of amniocytes with at least one nucleic acid, which brings about the expression of the adenoviral gene products of the E1A region and E1B region.

8. The process of claim 7, wherein primary amniocytes, in particular human primary amniocytes, are used.

35 9. The process of claim 7 or 8, wherein said nucleic acid is used in the form of an expression vector.

10. The process of any of claims 7 - 9, wherein the gene product of the E1A region is expressed under the control of a constitutive promoter, preferably of the phosphoglycerate kinase (PGK) promoter, and the gene product(s) of the E1B region is expressed under the control of an adenoviral promoter, preferably of the adenoviral E1B promoter.

40

11. The process of any of claims 7-10, wherein the transfection of the amniocytes and/or of the resulting cell line additionally brings about the expression of the gene products of the adenovirus E2A and/or E2B and/or E4 regions and/or of Cre recombinase.

45 12. The process of any of claims 7 - 11, wherein the adenoviral gene products are derived from human adenovirus type 5.

13. A permanent amniocytic cell line obtainable by the process of any of claims 7 - 12.

50 14. The permanent amniocytic cell line N52.E6 (DSM ACC2416).

15. Use of amniocytes for producing adenovirus-transformed permanent amniocytic cell lines.

16. Use of the adenoviral gene products of the E1A and E1B regions for producing permanent amniocytic cell lines.

55

17. Use of a permanent amniocytic cell line for producing gene transfer vectors and/or adenovirus mutants.

18. The use according to claim 17 for producing adenovirus vectors, AAV (adeno-associated virus) vectors, retrovirus

vectors, lentivirus vectors, chimeric adenovirus-AAV vectors, chimeric adenovirus-retrovirus vectors and/or chimeric adenovirus-lentivirus vectors.

- 5 19. The use according to claim 18, wherein the adenovirus vectors are first-generation adenovirus vectors, second-generation adenovirus vectors, adenovirus vectors of large DNA capacity and/or deleted adenovirus vectors.
20. The use according to any of claims 17-19 for producing tropism-modified gene transfer vectors and/or tropism-modified adenovirus mutants.
- 10 21. The use according to any of claims 17-20, wherein the amniocytic cell line is as defined in any of claims 1-6, 13 or 14.
22. A process for producing gene transfer vectors and/or adenovirus mutants, wherein a permanent amniocytic cell line is used.

15

Revendications

1. Lignée cellulaire permanente d'amniocytes, comprenant au moins un acide nucléique, qui dirige l'expression des produits des gènes de la région E1A et E1B d'un adénovirus.
- 20 2. Lignée cellulaire selon la revendication 1, dans laquelle au moins un acide nucléique dirige en outre l'expression des produits des gènes de la région E2A, E2B et E4 d'un adénovirus et/ou de la recombinaise Cre.
3. Lignée cellulaire selon la revendication 1 ou la revendication 2 dans laquelle l'expression du produit du gène de la région E1A est placée sous le contrôle d'un promoteur constitutif, de préférence le promoteur de la phosphoglycérate-kinase (PGK).
- 25 4. Lignée cellulaire selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle l'expression du/des produit(s) du (des) gène(s) de la région E1B est placée sous le contrôle d'un promoteur adénoviral, de préférence le promoteur adénoviral E1B.
- 30 5. Lignée cellulaire selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle les produits des gènes adénoviraux sont dérivés de l'adénovirus de type 5 humain.
- 35 6. Lignée cellulaire selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle la lignée cellulaire permanente est une lignée cellulaire humaine.
7. Procédé de fabrication d'une lignée cellulaire d'amniocytes humains, **caractérisé par** la transfection d'amniocytes avec au moins un acide nucléique qui dirige l'expression des produits des gènes adénoviraux de la région E1A et de la région E1B.
- 40 8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel sont utilisés des amniocytes primaires, en particulier des amniocytes primaires humains.
- 45 9. Procédé selon la revendication 7 ou la revendication 8, dans lequel lesdits acides nucléiques sont utilisé sous forme d'un vecteur d'expression.
10. Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel le produit du gène de la région E1A est exprimé sous le contrôle d'un promoteur constitutif, de préférence le promoteur de la phosphoglycérate-kinase (PGK), et le ou les produit(s) du ou des gène(s) de la région E1B est (sont) exprimé(s) sous le contrôle d'un promoteur adénoviral, de préférence, le promoteur adénoviral E1B.
- 50 11. Procédé selon l'une des revendications 7 à 10, dans lequel l'expression des produits des gènes de la région E2A et/ou E2B et/ou E4 d'un adénovirus et/ou de la recombinaise Cr est en outre dirigée par transfection des amniocytes et/ou de la lignée cellulaire obtenue.
- 55 12. Procédé selon l'une des revendications 7 à 11, dans lequel les produits des gènes adénoviraux sont dérivés de l'adénovirus de type 5 humain.

13. Lignée cellulaire permanente d'amniocytes pouvant être obtenue selon le procédé de l'une des revendications 7 à 12.
- 5 14. Lignée cellulaire permanente d'amniocytes N° 52.E6 (DSM ACC 2416).
- 15 15. Utilisation d'amniocytes pour la fabrication de lignées cellulaires permanentes d'amniocytes transformées par un adénovirus.
- 10 16. Utilisation des produits des gènes adénoviraux de la région E1A et E1B pour la fabrication d'une lignée cellulaire permanente d'amniocytes.
- 17 17. Utilisation d'une lignée cellulaire permanente d'amniocytes pour la fabrication d'un vecteur de transfert de gène et/ou d'un mutant d'un adénovirus.
- 15 18. Utilisation selon la revendication 17 pour la fabrication de vecteurs adénoviraux, vecteurs AAV (virus adéno-associé), vecteurs rétroviraux, vecteurs lentiviraux, vecteurs chimères adénovirus-AAV, vecteurs chimères adénovirus - rétrovirus et/ou vecteurs chimères adénovirus-lentivirus.
- 20 19. Utilisation selon la revendication 18, dans laquelle les vecteurs adénoviraux sont des vecteurs adénoviraux de première génération, des vecteurs adénoviraux de deuxième génération, des vecteurs adénoviraux à grande capacité d'ADN et/ou des vecteurs adénoviraux délétés.
- 25 20. Utilisation selon l'une des revendications 17 à 19 pour la fabrication de vecteurs de transfert de gène à tropisme modifié et/ou de mutants adénoviraux à tropisme modifié.
- 30 21. Utilisation selon l'une des revendications 17 à 20, dans laquelle la lignée cellulaire d'amniocytes est définie conformément à l'une des revendications 1 à 6, 13 ou 14.
- 35 22. Procédé de fabrication de vecteurs de transfert de gènes et/ou de mutants adénovirus, dans lequel on utilise une lignée permanente d'amniocytes.
- 40
- 45
- 50
- 55

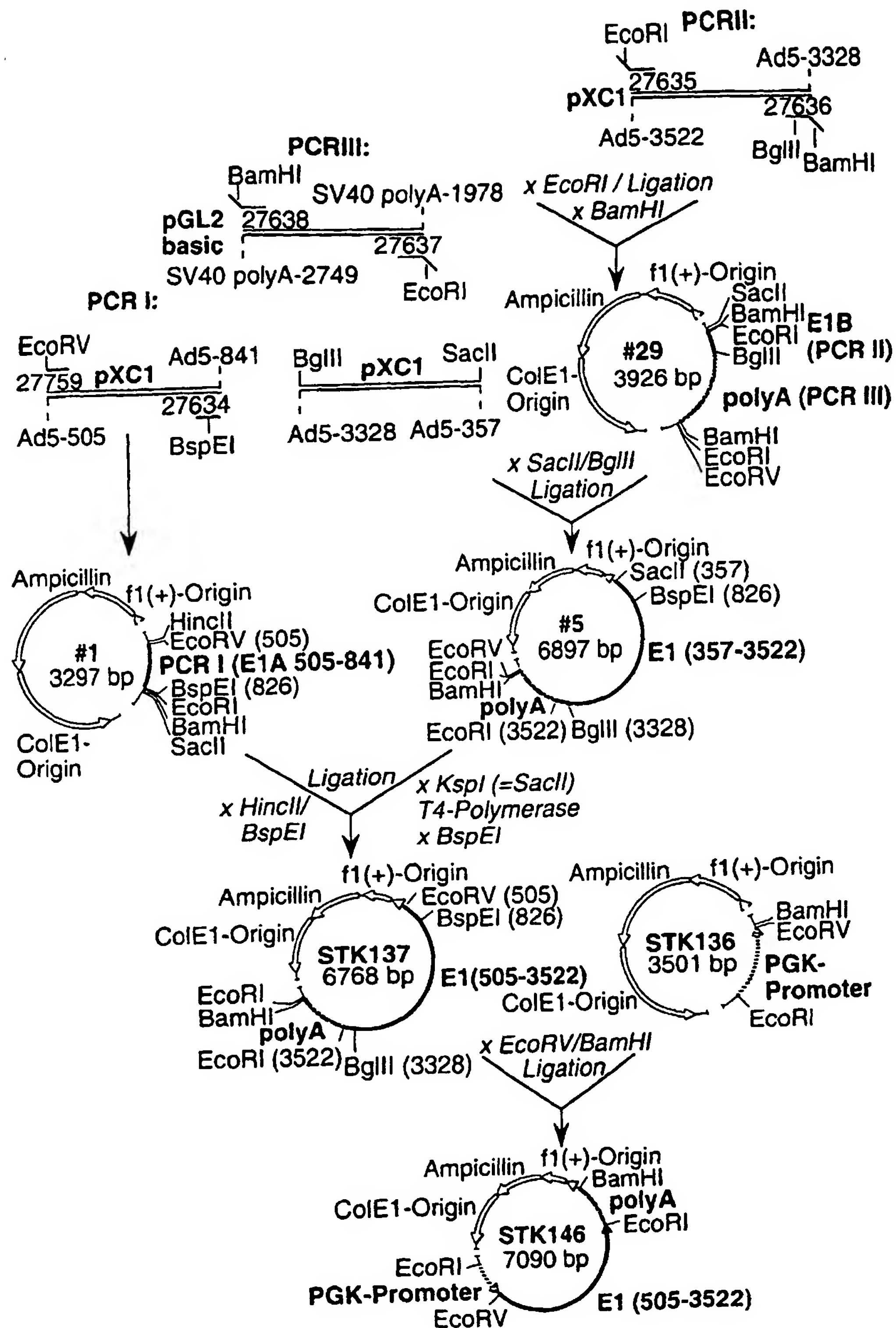


Fig. 1A

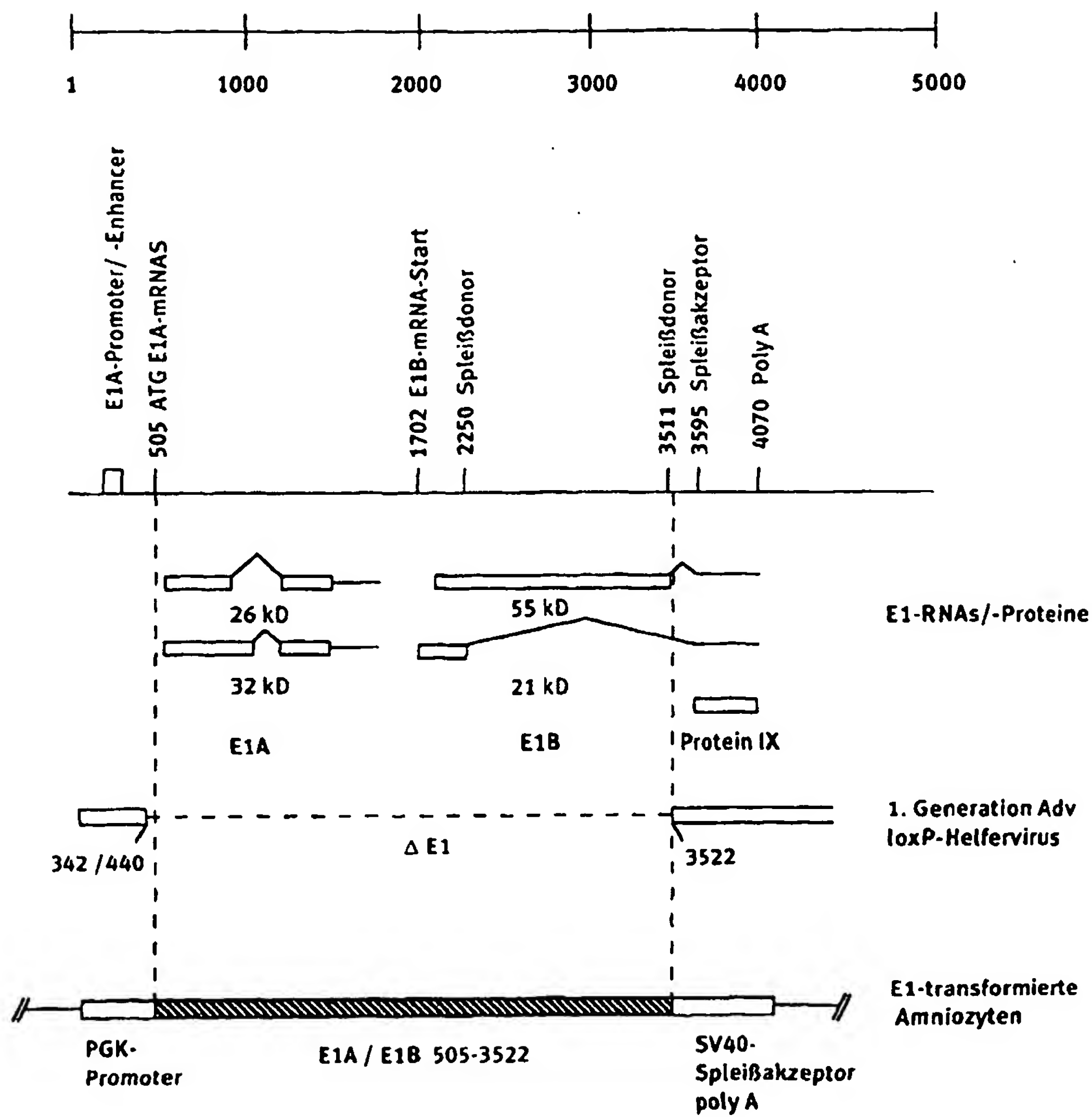


Fig. 1B

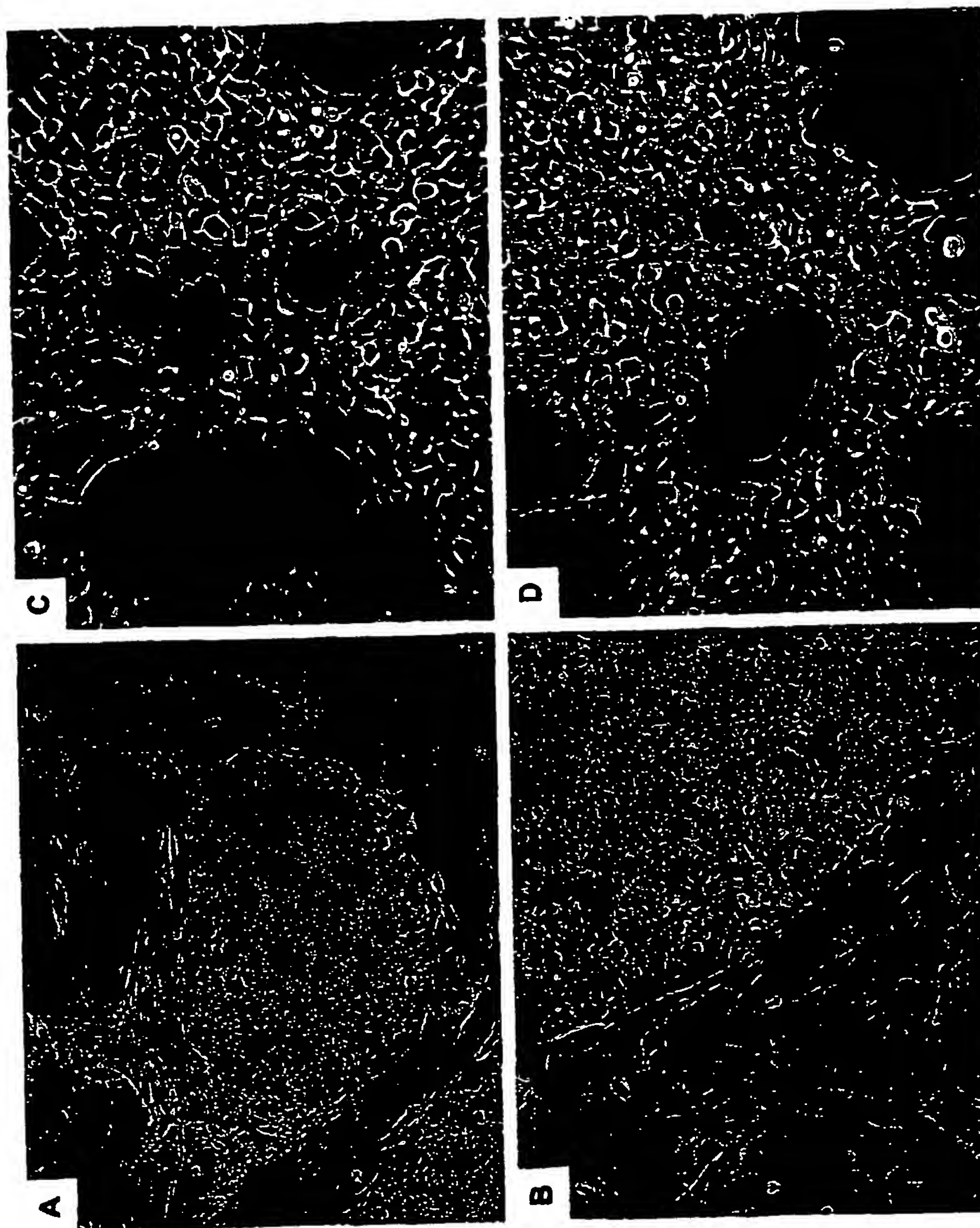


Fig. 2

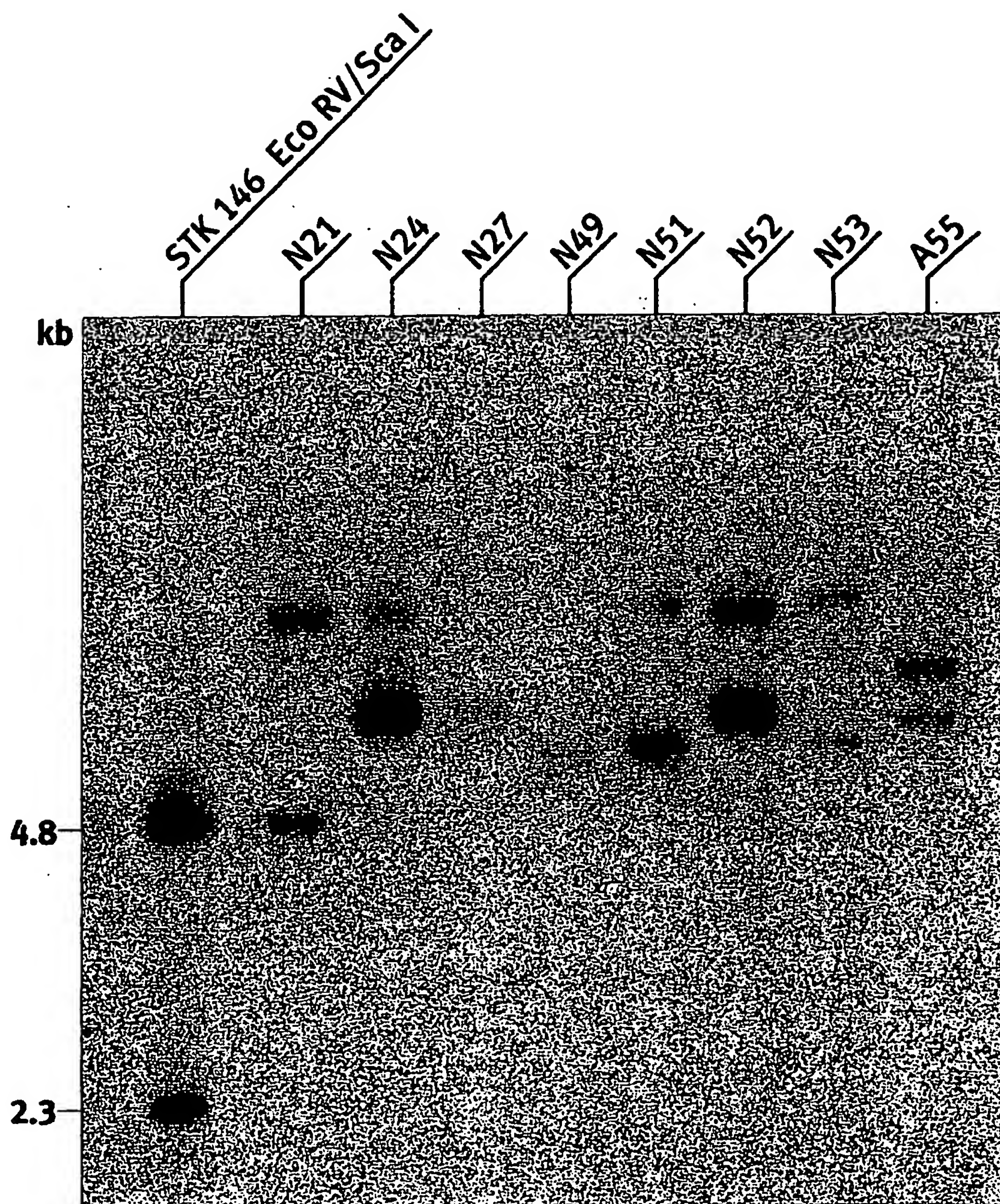


Fig. 3

Zelllinie	Produktion (bfu/Zelle)		Plaques
	24 well-Platte	Zellkulturschale	
GS.A55.C1	1300		
.E6	1840		3
.C12	790		
GS.N24.C3	380		
.C10	400		
.G5	230		
GS.N27.H9	1160	150	1.5
.H11	780		
.D12	360		
GS.N49.C2	200		
.C5	120		
.D7	300		
GS.N51.D2	280		
.G5	350		
.C5	1140		1
GS.N52.C9	2100	2000	10
.E12	1320		18
.E6	3150	2700	25.5
.F4	3880	2400	6
.H12	1640		1
GS.N53.G9	460		
.G1	380		
.F7	330		
293	2370	2500	27

Fig. 4

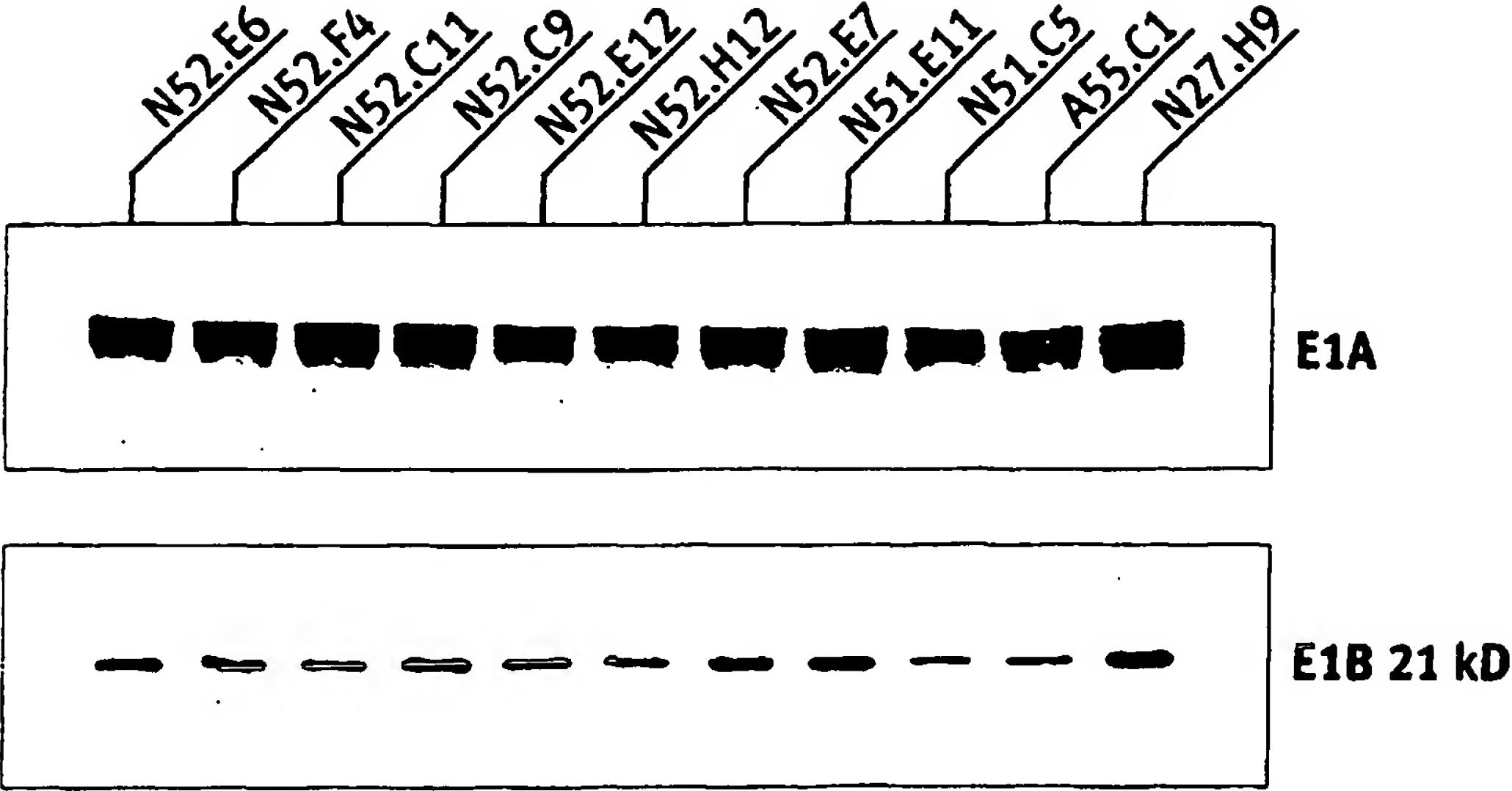
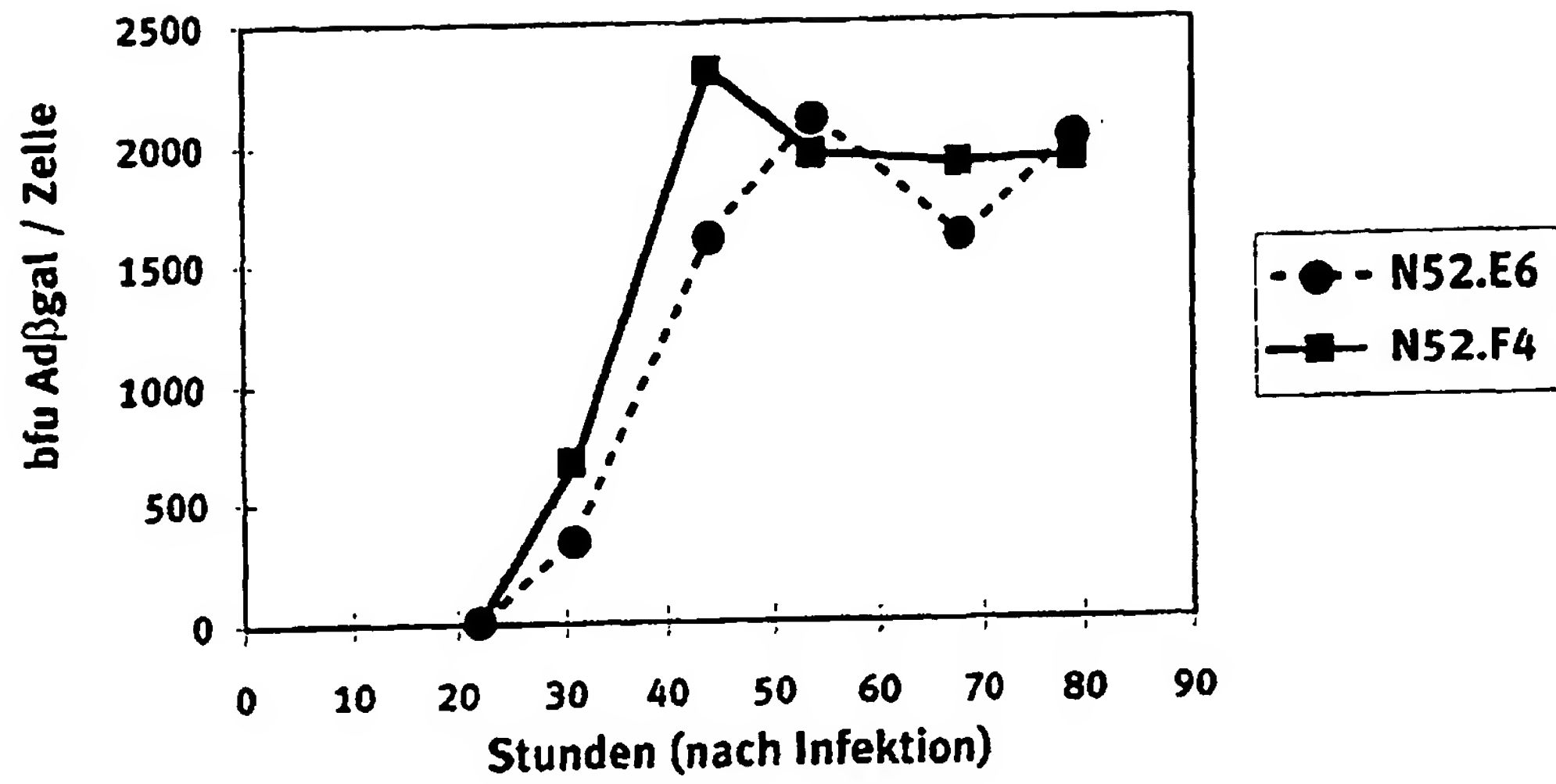


Fig. 5

A



B

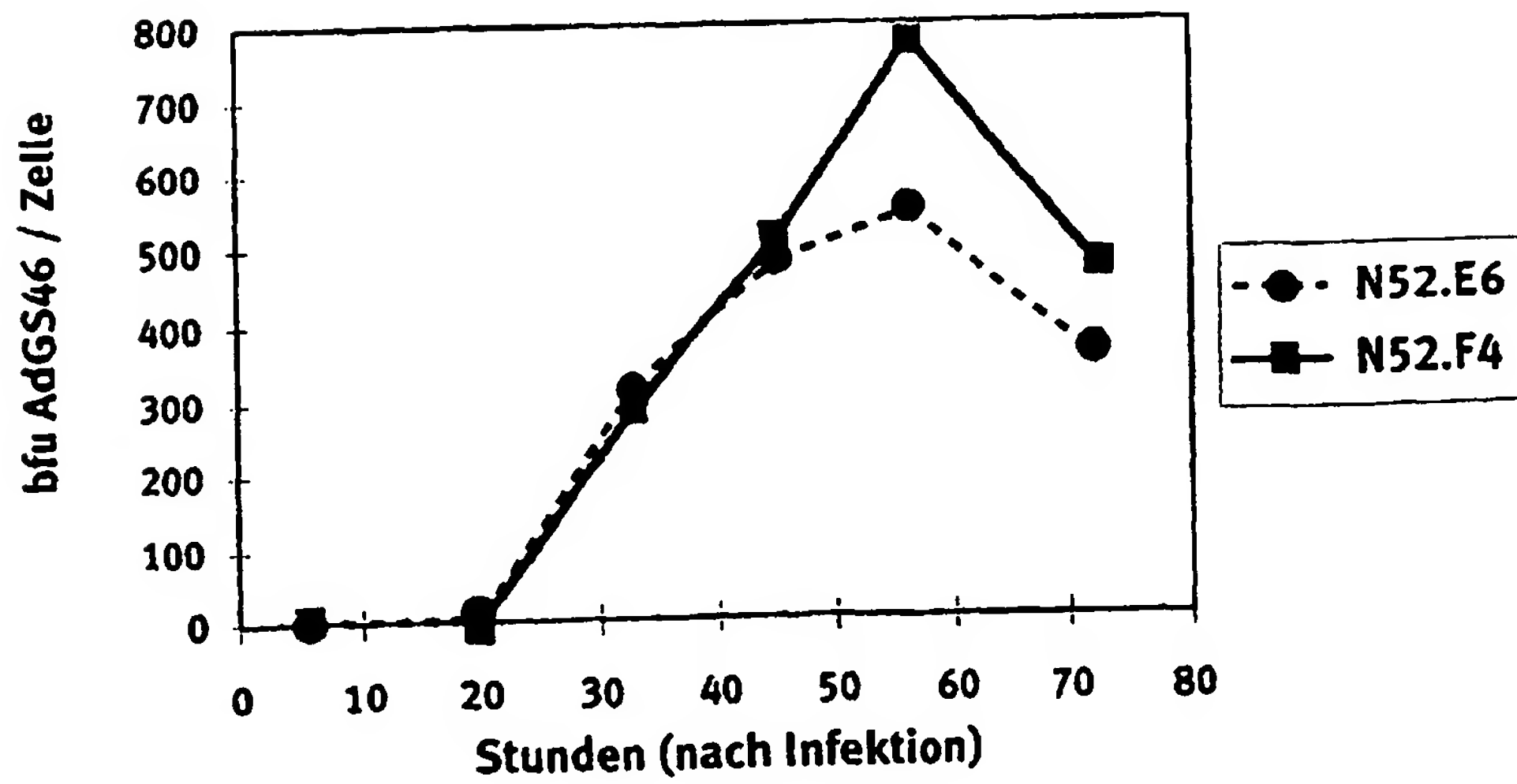


Fig. 6